ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 17 MAI 1921.

PRÉSIDENCE DE M. GEORGES LEMOINE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce la présence à la séance de M. **Sœrensen**, Directeur du Laboratoire de Carlsberg, à Copenhague.

M. **L. de Launay** présente à l'Académie son Ouvrage, *La Géologie de la France*. Cet Ouvrage, d'une forme toute nouvelle, est destiné à combler une lacune dans notre enseignement, aucun livre antérieur n'ayant été consacré au même sujet, depuis l'*Explication de la Carte géologique de France* par Elie de Beaumont et Dufrénoy en 1841.

L'auteur y a tenté la synthèse d'innombrables monographies jusque-là disséminées en aboutissant à des conclusions personnelles. Bien que ce travail s'adresse d'abord aux géologues, il a été écrit de manière à pouvoir être lu, sans connaissances techniques antérieures, par tous ceux qui s'intéressent à la structure du sol français et qui veulent en comprendre la géographie physique, ou simplement les paysages. 64 photographies et 8 grandes cartes en couleurs hors texte, qui couvrent toute l'étendue de notre territoire, facilitent la lecture du texte et le rendent plus vivant.

M. **J. Costantin** fait hommage à l'Académie du Tome III, n°s 1 à 3, des *Annales des Sciences naturelles* (dixième série) : *Botanique*.

CORRESPONDANCE.

L'**Association des Ingénieurs sortis des Écoles spéciales de Gand** prie l'Académie de vouloir bien l'autoriser à inscrire son nom au Comité d'honneur sous le patronage duquel sera organisée une manifestation en souvenir de **Jules Boulvin**, ancien Correspondant de l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Hippolyte Dessoliers. *Comment l'homme accroîtra progressivement les pluies des régions arides ... en créant et en multipliant les centres de coordination atmosphériques.*

Maurice Lecat. *Bibliographie des séries trigonométriques,* avec un Appendice sur le Calcul des variations.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Calcul des coefficients d'une série trigonométrique convergente quelconque dont la somme est donnée.* Note [1] de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Hadamard.

Soit $F(\theta)$ une fonction continue [premier caractère des fonctions résolubles $(2, s)$]. Posons

$$Q(\theta, u) = Q(\theta + u, -u) = \frac{F(\theta + u) - F(\theta)}{u},$$

$$R(\theta, u) = \frac{F(\theta + u) + F(\theta - u) - 2F(u)}{u^2} = \frac{Q(\theta, u) - Q(\theta, -u)}{u}.$$

On dit, d'après Riemann, que $F(\theta)$ possède une *dérivée seconde généralisée* $f(\theta)$ au point θ, si $R(\theta, u)$ tend vers $f(\theta)$ quand u tend vers zéro, θ étant indépendant de u. Nous poserons

$$f(\theta) = F''_g(\theta).$$

On peut appeler, de même, *nombres dérivés seconds généralisés de* F

(1) Séance du 9 mai 1921.

(nous les désignerons par $d_{2.g}F$) les valeurs limites (extrêmes ou médianes) de $R(\theta, u)$ quand $u \to$ zéro. Si les $d_{2.g}F$ sont toujours finis, F possède, évidemment, le second caractère des fonctions résolubles $(2, s)$.

Même, si F''_g existe et est fini, la fonction $F(\theta)$ ne possède, généralement, pas de dérivée première continue. Mais le raisonnement suivant [1] met en évidence certaines propriétés différentielles du premier ordre de F.

Supposons que $|R(\theta, u)|$ et $|R(\theta + k, u)|$ soient inférieurs à un même nombre A quel que soit u. En prenant la succession des points images de $\theta + h$ par rapport au couple de points-miroirs θ, $\theta + k$, c'est-à-dire une suite de points dont le premier est $\theta + h$ et dont chacun des autres est le symétrique du précédent par rapport à θ et à $\theta + k$ alternativement, on démontre la formule

$$Q(\theta, h) = Q(\theta, k') + \delta A \frac{h^2}{k} \qquad \left(\delta^2 < 1, \ 1 \leqq \frac{k'}{k} \leqq 2\right).$$

Soit $h_1, h_2, \ldots, h_n, \ldots$ une suite de nombres de signes quelconques décroissant en valeur absolue et tendant vers zéro. *Si* $|R(\theta, u)$ *et* $|R(\theta + h, u)|$ *sont, quel que soit* u, *inférieurs à un même nombre* A, *et, si le rapport* $\left|\frac{h_n}{h_{n+1}}\right|$ *est inférieur à un nombre* α *indépendant de* n : *d'une part,* F *possède une dérivée* $\Phi(\theta)$ *au point* θ (cette conséquence subsisterait avec une autre hypothèse moins précise sur la suite h_n); *d'autre part, on a*

$$Q(\theta, h) = h\Phi(\theta) + 4\delta\alpha A h^2, \tag{1}$$

quel que soit $|h|$ *inférieur à* $|h_0| = \alpha|h_1|$.

Observons qu'en vertu du théorème de Baire, si les nombres $d_{2.g}F$ sont finis quel que soit θ sur l'ensemble parfait P, ou bien $|R(\theta, u)|$ est borné quel que soit θ sur P et quel que soit u, ou bien il existe sur P un ensemble K non dense sur P et tel que, à toute portion ϖ de P sans point commun avec K, correspond un nombre A de façon que $|R(\theta, u)| < A$, si θ est sur ϖ, et quel que soit u.

Donc $F(\theta)$ *possède le troisième caractère des fonctions résolubles* $(2, s)$.

Mais, de plus, en tout point θ de ϖ pour lequel existe une suite $\theta + h_n$, appartenant à ϖ et telle que $1 < \left|\frac{h_n}{h_{n+1}}\right| < \alpha$ (l'ensemble P sera dit posséder en θ un *indice* au plus égal à α), on a la formule (1) pour $|h| < \alpha|h_1|$.

---

[1] *Académie des Sciences d'Amsterdam*, mai et juin 1920.

On déduit de là que, *si les nombres* $d_{2.g}\mathrm{F}$ *sont finis sur un ensemble épais* E, *il existe une pleine épaisseur* H *de* E *telle que, en tout point de* H : 1° F *possède pour dérivée ordinaire* $\Phi(\theta)$; 2° $\Phi(\theta)$ *possède une dérivée approximative* $f(\theta)$; 3° $f(\theta)$ *est la dérivée seconde généralisée de* F. Et même, plus précisément, on a une identité de la forme

$$\mathrm{F}(\theta+h)=\mathrm{F}(\theta)+h\,\Phi(\theta)+\frac{h^2}{2}[f(\theta)+\varepsilon] \quad \text{avec} \quad \lim_{h=0}\varepsilon=0.$$

Enfin, du continu retranchons les segments spéciaux de P, sauf un nombre limité d'entre eux, les segments σ'. Soient $\mathrm{E}(\sigma')$ et $\mathrm{P}(\sigma')$ l'ensemble fermé restant dans P et son noyau parfait. Pour toute portion ϖ de P sans points communs avec K et contenant une portion $\varpi(\sigma')$ de $\mathrm{E}(\sigma')$, il existe un nombre n positif tel que

1° Pour tout point θ situé sur ϖ, $|\mathrm{R}(\theta,u)|$ est inférieur, quel que soit u, à un même nombre A; 2° si θ est sur $\varpi(\sigma')$ il existe une suite $h_1, h_2, \ldots, h_n \ldots$, dépendant de θ, mais telle que $|h_1|>\eta$ et de manière que $1<\left|\frac{h_n}{h_{n+1}}\right|>3$, $\theta+h_{+n}$ étant sur ϖ.

Donc $\Phi(\theta)$ *est continu et résoluble sur* $\varpi(\sigma')$ [quatrième caractère des fonctions résolubles $(2,s)$].

En résumé, *si* $\mathrm{F}(\theta)$ *possède une dérivée seconde généralisée* $f(\theta)$ [tout au moins sur une épaisseur pleine, $\mathrm{R}(\theta,u)$ ayant en tous cas ses limites d'indétermination pour $u=0$ finies en chaque point], $\mathrm{F}(\theta)$ *est résoluble* $(2,s)$ *et l'on a* $\mathrm{F}''_{0.a.}=f(\theta)$ *sur une épaisseur pleine*.

Donc, $f(\theta)$ *est intégrable* $(\mathrm{T}_{2,s})$.

Supposons que $f(\theta)$ soit la somme d'une série trigonométrique partout convergente :

$$a_0+\Sigma(a_n\cos n\theta+b_n\sin\theta)=a_0+\Sigma \mathrm{A}_n,$$

f est la dérivée seconde généralisée de

$$\mathrm{F}(\theta)=\frac{a_0}{2}\theta^2+\mathrm{C}\theta+\mathrm{C}'-\sum\frac{\mathrm{A}_n}{n^2}.$$

On a

$$a_0=\frac{\mathrm{F}(\alpha+2\pi)=\mathrm{F}(\alpha-2\pi)-2\mathrm{F}(\alpha)}{4\pi^2}$$

ou, sans quitter un champ de longueur 2π,

$$a_0=\lim_{h=0}\frac{\mathrm{F}(\alpha)+\mathrm{F}(\alpha+2\pi)-\mathrm{F}(\alpha+h)-\mathrm{F}(\alpha+2\pi-h)}{2\pi h};$$

d'où

$$a_0 = T_{2,s}(f, \alpha - 2\pi, \alpha, \alpha + 2\pi)$$
$$= \frac{1}{4\pi} \lim \frac{T_{2,s}(f, \alpha, \alpha + h, \alpha + 2\pi) + T_{2,s}(f, \alpha, \alpha + 2\pi - h, \alpha + 2\pi)}{h};$$

a_n et b_n sont donnés par la même formule où f est remplacé respectivement par $f \cos n\theta$ et par $f \sin n\theta$.

La méthode se simplifie quand on l'applique à la détermination de la variation $F(b) - F(a)$ d'une fonction F, sachant que celle-ci possède une dérivée première généralisée donnée

$$f(x) = \lim_{h=0} \frac{F(x+h) - F(x-h)}{2h} \quad (h > 0).$$

Il est à remarquer que si

$$\lim_{h=0,\, k=0} \frac{F(x+h) - F(x+k)}{h-k} = \Phi(x)$$

et : 1° si la relation vaut quand h et k sont indépendants, mais toujours distincts, et quel que soit x, alors $\Phi(x)$ est la dérivée continue de x; 2° si le rapport $\frac{h}{k} = \lambda \neq 1$ est indépendant de h et de k (il peut dépendre de x), alors $\Phi(x)$ est la dérivée ordinaire de F au point x, à moins que $\lambda = -1$.

L'intérêt de ce genre de recherches est de conduire, dans le domaine de la théorie des fonctions, à des notions nouvelles, dont la réalité, l'efficacité, le caractère peu artificiel se montrent à ce fait qu'elles s'imposent dans la résolution de problèmes à la fois très généraux et très définis.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les contours d'encadrement.* Note de M. GUSTAVE DUMAS, présentée par M. Paul Appell.

On sait l'importance, pour la théorie des fonctions algébriques, du contour qui transforme une surface de Riemann T en une surface simplement connexe T′, contour auquel Riemann donne le nom de courbe d'encadrement.

Le but de cette Note est de donner une manière simple d'obtenir ces contours d'encadrement sur une surface fermée quelconque, bilatérale ou unilatérale.

Par une « triangulation » préalable, on transforme la surface donnée T en un polyèdre Π, dont on oriente les arêtes et les faces supposées en nombre fini.

Ce polyèdre Π est constitué de la même manière que ceux qui ont été considérés dans une précédente Note ([1]). Sur Π, se trouvent les courbes C_i limitant les faces et les courbes Γ_j non homologues à zéro. Les Tableaux de Poincaré sont ici désignés comme Tableau A et Tableau B, le premier se rapportant aux sommets et aux arêtes, le second aux arêtes et aux faces de Π. Au Tableau A se rattache aussi le système d'équations A.

α, β, γ représentent les nombres respectifs de sommets, d'arêtes et de faces; $\Delta = -\alpha + \beta - \gamma$ est la « caractéristique » de Π.

Soit, maintenant,

$$C = \sum_{j=1}^{\rho} l_j \Gamma_j + \sum_{i=1}^{\mu} k_i C_i,$$

où, pour les surfaces bilatérales, $\rho = \Delta + 2$, $\mu = \gamma - 1$, et, pour les surfaces unilatérales, $\rho = \Delta + 1$, $\mu = \gamma$, l'ensemble des solutions entières du système d'équations A, et, partant, l'ensemble des courbes fermées susceptibles d'être tracées sur Π.

En disposant convenablement des indicatrices des faces, on tire du Tableau B, pour les surfaces *bilatérales*, l'égalité

$$\sum_{i=1}^{\gamma} C_i = \sum_{j=1}^{\rho} (\text{zéro} . \Gamma_j), \tag{1}$$

et, pour les surfaces *unilatérales*, l'égalité

$$\sum_{i=1}^{\gamma} C_i = 2Z + \sum_{j=1}^{\rho} 2 m_j \Gamma_j, \tag{2}$$

dans le premier membre desquelles *toutes* les faces de Π se rencontrent.

Z est un contour fermé, tracé sur le polyèdre unilatéral Π, et qui, sur celui-ci, donne lieu à une homologie sans division. Les m_j sont des coefficients égaux respectivement à zéro, 1 et -1.

A cause de la forme des premiers membres de (1) et (2), on voit que les seconds membres de ces mêmes égalités définissent sur Π, avec adjonction, s'il le faut, de « coupures » parcourues un même nombre de fois dans chaque sens, un contour d'encadrement de Π, et, par conséquent, de T.

Ce contour d'encadrement, si l'on ne choisit pas d'une manière spéciale les Γ_j, détache sur Π, soit une, soit, en général, plusieurs régions simplement

([1]) G. Dumas et J. Chuard, *Comptes rendus*, t. 171, 1920, p. 1113.

connexes. Ceci comme conséquence du fait que tout contour fermé tracé à l'intérieur de l'une de ces régions est nécessairement homologue à zéro, ainsi qu'il résulte de l'examen de la structure du Tableau A.

Pour les surfaces bilatérales, les « zéros » au second membre de (1) signifient que si l'on parcourt dans un même sens tout le contour d'encadrement, on parcourra, nécessairement, le même nombre de fois dans chaque sens, chacune des courbes Γ_j.

Pour les surfaces unilatérales, le second membre de (2) indique que Z serait parcouru deux fois de plus dans un sens que dans l'autre et qu'il en serait de même des courbes Γ_j pour lesquelles le coefficient m_j ne se réduit pas à zéro.

Dans chacun des seconds membres de (1) et (2), le nombre des contours constitutifs du contour d'encadrement est le même. Ce nombre est $\Delta + 2$. On reconnaît là le nombre que l'on fait intervenir dans la formule d'Euler proprement dite et par lequel on peut fixer, sans aucune distinction, l'ordre de connexion des surfaces bilatérales ou unilatérales.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries dont le terme général tend vers zéro.* Note de M. **Bratu**, présentée par M. Appell.

1. Étant donnée la série à termes constants

$$u_1 + u_2 + \ldots + u_n + \ldots; \tag{1}$$

nous considérons, dans le plan de la variable complexe z, les points u_n et S_n, qui correspondent aux affixes de même nom. Nous dirons indifféremment point z ou nombre z.

En faisant la somme géométrique des vecteurs Ou_1, Ou_2, ..., Ou_n, on obtient une ligne brisée $OS_1S_2\ldots S_n$. Soient : E l'ensemble de tous les points S_n; E′ l'ensemble dérivé de E et *supposons d'abord l'ensemble* E *borné.*

Nous convenons de dire que tout nombre S′ de l'ensemble E′ est *une valeur limite de la série* (1). Si E′ est formé d'un seul élément S′, la série (1) est *convergente.* Si E′ est formé de p nombres S'_1, S'_2, ..., S'_p, nous dirons que la série a ces p *valeurs limites.* En général, le nombre p peut être fini ou infini; l'ensemble E′ peut être dénombrable ou avoir la puissance du continu.

Théorème. — *Si le terme général de la série tend vers zéro pour $n \to \infty$, il ne peut arriver que ces deux cas extrêmes :*

1° Ou bien *la série a une seule valeur limite;*

2° Ou bien *l'ensemble des valeurs limites de la série a la puissance du continu.*

2. *Séries à termes réels.* — En supposant $a \leqq S_n \leqq b$, nous démontrons que si u_n tend vers zéro pour $n \to \infty$ et si c et d sont deux points limites distincts de l'ensemble de points S_n, *tous les points de l'intervalle* (c, d) *sont des points limites de cet ensemble.*

Ainsi la série

$$1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} - \ldots - \frac{1}{2m} - \ldots - \frac{1}{2m} + \frac{1}{2m+1} + \ldots,$$

où le nombre des fractions égales est égal à leur dénominateur commun, a o et 1 comme valeurs limites extrêmes. Donc *l'ensemble* E' *est tout l'intervalle* (o, 1).

3. *Séries à termes complexes.* — Posons $S_n = x_n + iy_n$ et supposons $a \leqq x_n < b$, $\alpha \leqq y_n \leqq \beta$.

Par hypothèse on a, pour $n > N$,

$$|u_n| = |S_n - S_{n-1}| < \varepsilon$$

et *a fortiori*

$$|x_n - x_{n-1}| < \varepsilon, \qquad |y_n - y_{n-1}| < \varepsilon.$$

Par suite, les deux séries à termes réels

$$(2) \qquad \begin{cases} x_1 + (x_2 - x_1) + (x_3 - x_2) + \ldots + (x_n - x_{n-1}) + \ldots, \\ y_1 + (y_2 - y_1) + (y_3 - y_2) + \ldots + (y_n - y_{n-1}) + \ldots \end{cases}$$

rentrent dans la catégorie des séries étudiées plus haut. Les ensembles de droites $x = x_n$ et $y = y_n$ ont comme éléments limites : ou bien une seule droite $x = \xi$ ou $y = \eta$, ou bien un ensemble continu de droites limites compris entre deux droites extrêmes $x = c$, $x = d$ ou $y = \gamma$, $y = \delta$.

Si $x = \xi$ est une droite limite, entre $x = \xi - h$ et $x = \xi + h$ il existe *une infinité* de points S_n, aussi petit que soit h. Il en est de même pour les deux droites $y = \eta - h$, $y = \eta + h$ si $y = \eta$ est une droite limite de la seconde catégorie.

On voit facilement que :

1° Si chacune des suites x_n et y_n a un seul élément limite ξ et η, la suite S_n a *une seule valeur limite* : $\xi + i\eta$.

2° Si la suite x_n a un seul élément limite $x = \xi$, mais la suite y_n a comme éléments limites tous les nombres d'un intervalle (γ, δ), la suite S_n a comme valeurs limites les affixes de *tous les points du segment* $x = \xi$, $\gamma \leqq y \leqq \delta$.

3° De même, si l'on change x en y et y en x.

4° Si la suite x_n a comme limites tous les nombres d'un intervalle (c, d) et la suite y_n tous les nombres d'un intervalle (γ, δ) et si $x = \xi$ est une droite *quelconque* comprise entre $x = c$ et $x = d$, nous démontrons que :

a. La ligne brisée $L(OS_1S_2 \ldots S_n \ldots)$ coupe *une infinité de fois* la droite $x = \xi$.

b. *Sur chaque droite $x = \xi$ il existe au moins un point limite* S' *de l'ensemble* $E(S_1, S_2, \ldots, S_n, \ldots)$.

On en conclut que, dans les trois derniers cas, *l'ensemble* E' (dérivé de E) *a la puissance du continu*.

4. *Remarques*. — 1° Si tous les points S_n se trouvent sur une même courbe continue Γ, tous les points limites S'_p se trouvent sur cette courbe. Si A et B sont deux *points limites* distincts, les valeurs limites de la série sont *les affixes de tous les points d'un arc* $A'B' \geqq$ *arc* AB *de la courbe* Γ.

Ainsi, les sommes $S_m = \frac{p}{q} e^{\frac{p\pi}{2q} i}$, où $\frac{p}{q}$ sont les fractions

$$(3) \qquad \frac{1}{2n}, \quad \frac{2}{2n}, \quad \ldots, \quad \frac{2n}{2n}, \quad \frac{2n}{2n+1}, \quad \frac{2n-1}{2n+1}, \quad \ldots, \quad \frac{1}{2n+1}, \quad 0$$

pour $n = 1, 2, 3, \ldots$, prennent une infinité de fois les valeurs 0 et i. Tous les points S_m se trouvent sur l'arc $\Gamma(0, i)$ de la spirale $\rho = \frac{2\theta}{\pi}$ et l'ensemble des valeurs limites de la série correspondante est formé par les affixes de tous les points de l'arc Γ.

2° Si la ligne brisée L a une longueur déterminée, la série est *absolument convergente*. Si la ligne L est infinie, mais si elle tend asymptotiquement vers un point A pour $n \to \infty$, la série est *convergente* sans être absolument convergente.

3° Il peut arriver que l'ensemble des valeurs limites E' *remplisse complètement une aire* $\mathcal{A}$. Considérons les points $A(i)$, $B(1+i)$, $C(1)$, $D(1-i)$, $E(-i)$. En divisant les segments AB et ED en quatre parties égales, on a les points équidistants AIGKB et EHFJD. Prenons comme L la ligne brisée

OABCDFGAOEHIGFJKBC...,

les côtés qui vont de O à C ou de C à O ayant respectivement les longueurs $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{2^2}, \ldots, \frac{1}{2^n}, \ldots$. La suite des valeurs S_m est

$$(4) \qquad 0, \quad i, \quad 1+i, \quad 1, \quad 1-\frac{i}{2}, \quad 1-i, \quad \frac{1}{2}-i, \quad \frac{1}{2}-\frac{i}{2}, \quad \frac{1}{2}+\frac{i}{2}, \quad \ldots$$

Dans ce cas, *l'affixe de tout point du rectangle* ABDE *est une valeur limite de la série considérée.*

5. *Cas général.* — Nous dirons qu'un point de l'infini est un *point limite* de l'ensemble E, si l'on trouve une infinité de nombres entiers $n_1, n_2, \ldots, n_i, \ldots$, pour lesquels on ait $S_{n_i} > N$ et $|S_{n_{i+1}} - S_{n_i}| < \varepsilon$, aussi grand qu'il soit N et aussi petit qu'il soit ε.

Si l'ensemble E *n'est pas borné*, le théorème reste vrai, à la condition de remarquer que, si $\lim u_n = 0$ pour $n \to \infty$, tous les points de l'infini, de l'ensemble, sont des *points limites.*

La série harmonique a *une seule valeur limite :* ∞. Elle est divergente. La suite S_m du paragraphe 4, 1°, où les numérateurs des fractions (3) sont multipliés par $\sqrt{n}$, a comme points limites 0 et ∞. L'ensemble E′ de la série correspondante est toute la spirale $\rho = \frac{2\theta}{\pi} (0 \leq \theta \leq \infty)$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions entières d'ordre fini.* Note de M. G. **Valiron**, présentée par M. Émile Borel.

Soient $f(z) = \Sigma c_n z^n$ une fonction entière d'ordre fini ρ, r_n le module du $n^{\text{ième}}$ zéro, $M(r)$ le maximum du module de la fonction pour $|z| = r$, et R_n le rapport rectifié de $|c_n|$ à $|c_{n-1}|$ tel que je l'ai défini dans ma Thèse. On sait que l'exposant de convergence de la suite des nombres R_n est égal à ρ, celui de la suite r_n est égal à ρ lorsque ρ n'est pas entier et est dans tous les cas au plus égal à ρ (Borel, *Leçons sur les fonctions entières*). Cette proposition générale peut être complétée par la suivante qui se signale également par sa simplicité et sa précision.

Lorsque ρ n'est pas entier, les séries

$$\sum \frac{1}{R_n^\rho}, \quad \sum \frac{1}{r_n^\rho}$$

et l'intégrale

$$\int_\alpha^\infty \frac{\log M(x)}{x^{\rho+1}} dx \qquad (\alpha > 0)$$

sont à la fois convergentes ou divergentes.

Lorsque ρ est entier, l'intégrale et la première série convergent ou divergent en même temps, et si elles convergent la seconde série converge également.

Dans ce dernier cas, la convergence de la première série entraîne que le genre est $\rho - 1$. A ce sujet, je signalerai que la proposition suivante :

« *Si la série*

$$\Sigma \left(\sqrt[n]{|c_n|}\right)^{\rho} \tag{1}$$

converge, et si l'on a en outre

$$\lim_{n=\infty} n\left(\sqrt[n]{|c_n|}\right)^{\rho} = 0,$$

le genre est $\rho - 1$ »,

que M. Lindelöf avait annoncée comme étant probablement inexacte, est bien effectivement erronée. Il résulte en effet des propositions démontrées ultérieurement par M. Lindelöf que la fonction

$$f(z) = \sum_{q=1}^{q=\infty} \frac{z^{2\rho q^2}}{[2\rho p^2 \log(2\rho q^2)]^{2q^2}}$$

est de genre ρ [1].

MÉCANIQUE. — *Sur la théorie de la relativité et le mouvement séculaire du périhélie de Mercure.* Note [2] de M. **J. Le Roux**, présentée par M. G. Kœnigs.

On a considéré comme une confirmation éclatante de la théorie de la relativité la découverte d'une loi de gravitation susceptible d'expliquer le mouvement du périhélie de Mercure.

Une critique judicieuse constate que ce résultat a bien été obtenu *à propos* de la théorie de la relativité, mais qu'il n'en est pas une conséquence et ne constitue même pas un argument en sa faveur.

Au point de vue strictement logique et mathématique, la question se ramène à la forme suivante :

Einstein cherche à établir les équations du mouvement d'un point par la considération d'une forme quadratique de différentielles à quatre variables

$$ds^2 = \Sigma e_{ik}\, dx_i\, dx_k \qquad (e_{ik} = e_{ki};\ i, k = 1, 2, 3, 4).$$

---

[1] A l'endroit cité (*Acta Soc. Sc. Fennicæ*, t. 31, n° 1, p. 48), M. Lindelöf renvoie à la page 203 du Mémoire couronné de M. Hadamard. Mais M. Hadamard parle non pas de la convergence de la série (1), mais de celle de la série $\sum \frac{1}{\varphi(p)^{\rho}}$, $\varphi(p)$ étant égal avec les notations actuelles à $\sqrt[n]{R_1.R_2...R_p}$, et la convergence de cette série entraîne bien que le genre $\rho - 1$. Cette proposition de M. Hadamard est renfermée dans celle donnée ci-dessus.

[2] Séance du 9 mai 1921.

Cette forme doit tendre comme limite, lorsque l'intensité du champ tend vers zéro, vers la forme directrice envisagée dans la théorie de l'électromagnétisme

$$- dx^2 - dy^2 - dz^3 + dt^2.$$

L'idée d'Einstein, réduite à ses éléments essentiels, rappelle donc le principe de la moindre action et les équations de Lagrange.

La quatrième variable est appelée le *temps;* mais il est évident que ce *pseudo-temps* n'a, en général, que le nom de commun avec le temps ordinaire de la Mécanique. On sait, en effet, que le temps physico-mécanique est déterminé directement ou indirectement par l'observation du mouvement diurne des astres. Rien ne permet de supposer que le pseudo-temps d'Einstein ait une telle signification et, comme le sens physique de ce paramètre ne paraît pas bien défini, il semblerait intéressant de le découvrir.

Il y a toujours inconvénient à désigner par le même mot des quantités de natures différentes. De là naît l'équivoque constante qu'il importe de faire cesser dans l'intérêt de la Science.

Einstein remarque que les formes quadratiques dont les coefficients satisfont à des systèmes covariants d'équations, déduits de la forme elle-même, et subsistant pour une transformation ponctuelle quelconque, forment une classe à part, douée de propriétés intéressantes au point de vue des lois physiques; il parvient à former un pareil système de dix équations.

C'est la solution de ce système qui fournit la loi de gravitation envisagée.

L'intégration des équations d'Einstein, pour le cas du champ de gravitation engendré par une particule, a été effectuée par Schwarzschild. La méthode que je vais indiquer est sensiblement plus simple et plus rapide.

Par raison de symétrie, on est conduit à chercher, pour la forme directrice ds^2, une expression de la forme suivante :

$$- ds^2 = \mathrm{R}\, dr^2 + \mathrm{R}'\, d\sigma^2 - \mathrm{R}''\, dt^2,$$

où r représente la distance à la particule, R, R′, R″ des fonctions de r, $d\sigma^2$ l'élément linéaire d'une sphère de rayon *un* et t le pseudo-temps. Exprimons $d\sigma^2$ en coordonnées symétriques : $d\sigma^2 = \dfrac{-4\,dx\,dy}{(x+y)^2}$.

Nous pourrons alors écrire, par un changement de notation évident :

$$ds^2 = e_{11}\, dx_1^2 + e_{22}\, dx_2^2 + 2\, e_{34}\, dx_3\, dx_4.$$

Les coefficients e_{11}, e_{22} dépendront de la seule variable x_1, et e_{34} sera de

la forme $\frac{-2\varphi(x_1)}{(x_3+x_4)^2}$. Si la fonction $\varphi(x_1)$ n'est pas constante, on pourra, par un changement de variable effectué sur x_1, ramener le coefficient e_{34} à la forme $e_{34}=\frac{-2x_1^2}{(x_3+x_4)^2}$.

Formant avec ces données les dix équations d'Einstein, on constate que sept d'entre elles sont vérifiées identiquement. Les autres deviennent

$$(1, 1) \qquad \frac{1}{4}\left(\frac{1}{e_{22}}\frac{\partial e_{22}}{\partial x_1}\right)^2+\frac{1}{2}\frac{\partial^2 \log e_{22}}{\partial x_1^2}-\frac{1}{2}\frac{1}{e_{11}}\frac{\partial e_{11}}{\partial x_1}\left(\frac{1}{2}\frac{1}{e_{22}}\frac{\partial e_{22}}{\partial x_1}+\frac{2}{x_1}\right)=0,$$

$$(2, 2) \qquad \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{1}{e_{11}}\frac{\partial e_{22}}{\partial x_1}\right)-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{e_{11}}\frac{\partial e_{22}}{\partial x_1}\right)\left(\frac{1}{e_{22}}\frac{\partial e_{22}}{\partial x_1}\right)$$
$$+\frac{1}{2}\left(\frac{1}{e_{11}}\frac{\partial e_{22}}{\partial x_1}\right)\left(\frac{1}{2}\frac{1}{e_{11}}\frac{\partial e_{11}}{\partial x_1}+\frac{1}{2}\frac{1}{e_{22}}\frac{\partial e_{22}}{\partial x_1}+\frac{2}{x_1}\right)=0,$$

$$(3, 4) \qquad \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{1}{e_{11}}\frac{\partial e_{34}}{\partial x_1}\right)-\frac{1}{2}\left(\frac{1}{e_{11}}\frac{\partial e_{34}}{\partial x_1}\right)\left(\frac{1}{e_{34}}\frac{\partial e_{34}}{\partial x_1}\right)$$
$$+\frac{\partial^2 \log e_{34}}{\partial x_3\,\partial x_4}+\frac{1}{2}\frac{1}{e_{11}}\frac{\partial e_{34}}{\partial x_1}\left(\frac{1}{2}\frac{1}{e_{11}}\frac{\partial e_{11}}{\partial x_1}+\frac{1}{2}\frac{1}{e_{22}}\frac{\partial e_{22}}{\partial x_1}+\frac{2}{x_1}\right)=0.$$

L'équation (2, 2) s'intègre immédiatement et donne

$$(1) \qquad \frac{de_{22}}{dx_1}=\frac{c\sqrt{e_{11}\,e_{22}}}{x_1^2},$$

c désignant une constante d'intégration. Tenant compte de ce résultat, l'équation (1, 1) donne ensuite, par un calcul facile,

$$\frac{d\log e_{11}}{dx_1}+\frac{d\log e_{22}}{dx_1}=0, \qquad \text{d'où} \qquad e_{11}e_{22}=\text{const.}$$

Les hypothèses faites conduisent à prendre cette constante égale à l'unité. L'équation (1) s'intègre ensuite et donne

$$e_{22}=c'-\frac{c}{x}, \qquad \text{d'où} \qquad e_{11}=\left(c'-\frac{c}{x_1}\right)^{-1}.$$

Portant ces valeurs dans l'équation (3, 4), on trouve

$$c'=1.$$

Remplaçant maintenant x_1 par r, dx_2^2 par $-dt^2$ et prenant, pour l'élément linéaire de la sphère, les coordonnées polaires θ, φ, on a enfin l'expression de ds^2 sous la forme de Schwarzschild

$$ds^2=\frac{dr^2}{\left(1-\frac{c}{r}\right)}+r^2(d\theta^2+\sin^2\theta\,d\varphi^2)-\left(1-\frac{c}{r}\right)dt^2.$$

La solution trouvée semblerait unique, sauf la valeur de la constante d'intégration c. Cette unité apparente semble avoir été une cause d'erreur dans l'interprétation du résultat. En réalité, il y a une infinité de solutions. Nous en avons restreint le nombre par une série d'hypothèses : en partant d'une forme initiale du ds^2 qui n'est pas assez générale, et en remplaçant $\varphi(x_1)$ par x_1^2. Quoi qu'il en soit, le résultat est très intéressant. Il montre l'utilité de l'introduction du pseudo-temps, dont il resterait à déterminer la signification physique.

Quant à la relativité elle-même, elle n'intervient nullement dans la question.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Aurore boréale dans la nuit du 14 au 15 mai 1921 et phénomènes magnétiques simultanés.* Note de M. **Bernard Lyot**, présentée par M. Deslandres.

Ayant été chargé par M. Deslandres, d'organiser un nouvel appareil magnétique, j'ai surveillé toutes les déviations de l'aiguille aimantée depuis le 8 mai 1921, époque à laquelle un groupe important de taches s'est montré au bord est du Soleil.

L'appareil était encore en montage et non complètement organisé, mais nous avons pu faire avec lui quelques observations intéressantes.

La tache comprenait deux groupes distincts qui ont varié notablement jusqu'à leur passage au méridien central qui a eu lieu dans la journée du 14 de 10^h à 23^h.

Une perturbation isolée assez forte a d'abord été constatée le 12 mai, de 8^h à 10^h.

La nuit du 13 au 14 a été marquée par un mouvement continuel de l'aiguille qui a atteint 25 minutes d'amplitude, de 19^h le 13 jusqu'à environ 7^h le 14.

Comme les perturbations semblaient augmenter pendant la journée du 14, j'ai passé la nuit entière suivante à l'Observatoire, avec l'idée qu'une aurore boréale pourrait se manifester.

Or, un peu avant le coucher de la Lune, à $0^h 15^m$, le phénomène attendu a commencé sous forme d'un rayon dans le méridien magnétique, et s'est développé pour subir un premier maximum à $1^h 4^m$; un deuxième, le plus intense à $2^h 10^m$ et un troisième, observable malgré l'aube naissante, à $3^h 5^m$.

L'aurore a affecté la forme de rayons légèrement divergents en général

vers le zénith et de nuages grossièrement circulaires. Les différentes parties émettaient trois sortes de radiations distinctes.

Une lumière blanche, peut-être un peu verdâtre, une lumière rouge intense et une lumière indigo violette. Au moment de la phase maxima, les rayons atteignaient le zénith et semblaient y converger; par endroits, la lumière de l'aurore était assez intense pour masquer les étoiles de 2e grandeur.

La courbe magnétique de la nuit du 14 au 15 montre des perturbations d'une vingtaine de minutes à l'Est entre 17^h et 22^h le 14 et des écarts d'une amplitude totale de plus de un degré à partir de 23^h.

Des perturbations magnétiques intenses ont donc commencé une vingtaine d'heures avant le passage au méridien central du Soleil d'un groupe de taches important, et ce passage a été suivi d'une aurore boréale remarquable; les trois phénomènes sont donc en bonne concordance.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Pons-Winnecke* (1921 *b*), *faite à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon*. Note de M. **J. Guillaume**, transmise par M. B. Baillaud.

Date 1921.	Temps moyen de Lyon.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	α apparente.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mai 10...	13.15.22	−0. 7,03	+ 2.12,2	10:10	17.30.41,64	−9,200	45.58. 8,1	+8,957	1

Position des étoiles de comparaison.

★.	α moyenne, 1921,0.	Réduction au jour.	δ moyenne, 1921,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
1 = BD + 45°,2550 (9,0)..	17.30.46,28	+2,39	45.55.59,7	− 3,8	A.G. Bonn, 11258

Remarque. — La comète est vaguement circulaire, d'environ une demi-minute d'arc de diamètre, avec faible condensation centrale; éclat total de 11e,5.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation du phénol en cyclohexanol.* Note de MM. **G. Vavon** et **J. Detrie**, présentée par M. A. Haller.

Le phénol, agité dans une atmosphère d'hydrogène en présence de noir de platine, se transforme partie en cyclohexanol, partie en cyclohexane (¹).

(¹) Willstätter, *Berichte*, t. 45, p. 1475.

Ayant eu à préparer des quantités importantes de cyclohexanol, nous avons eu à employer ce procédé de préparation et avons été amenés à en faire l'étude.

Quand on fait varier les conditions expérimentales, la température (entre -10° et $+60^\circ$), la nature du solvant (acide acétique, acétate d'éthyle, éther, alcool), la concentration, la quantité et la qualité du platine, les rendements du cyclohexanol varient peu; ils correspondent aux $\frac{2}{3}$ environ du phénol employé.

La vitesse d'hydrogénation est grande : avec 15^g de platine, en opérant sur 400^g de phénol dissous dans 300^g d'acide acétique, nous avons pu fixer jusqu'à 100^l d'hydrogène à l'heure. D'ailleurs un même échantillon de platine peut servir à un très grand nombre d'opérations; quand son activité diminue, il suffit, comme l'a montré l'un de nous (¹), de la laver à l'éther et de l'exposer à l'air (un échantillon préparé il y a 14 mois a servi à une centaine d'expériences sur le phénol ou ses dérivés et possède encore une activité notable quoique un peu affaiblie.

La fonction phénol rend l'hydrogénation du noyau aromatique plus facile; cette influence disparaît si l'on bloque la fonction. C'est ce qui résulte du Tableau suivant, où sont donnés les temps en minutes mis pour fixer 1^l d'hydrogène sur différents corps, hydrogénés dans des conditions identiques (1^g de platine, 50^{cm^3} d'acétate d'éthyle, 10^g de corps) :

Phénol	15
Anisol	36
Phénéthol	86
Oxyde de phényle et de butyle	700
Acétate de phényle	55
Benzène	33
Toluène	61

Formation intermédiaire de cyclohexanone. — Si l'on arrête l'hydrogénation du phénol avant qu'elle ne soit achevée, on peut déceler de la cyclohexanone dans le mélange et la retirer pour l'intermédiaire de sa combinaison bisulfitique.

Pour doser la cyclohexanone aux différents instants de l'expérience, il est commode de la peser sous forme de dipipéronylidène cyclohexanone, combinaison qui se forme aisément et quantitativement en présence d'un excès de pipéronal et d'éthylate de sodium.

(¹) Vavon, *Thèse de Doctorat*, Paris, 1913, p. 22.

Voici les résultats obtenus au cours d'une hydrogénation faite sur 100^g de phénol dans 250$^{cm^3}$ d'alcool :

Volumes d'hydrogène absorbé.	Poids de cyclohexanone.
l	g
0	0
10	7,7
20	10,9
30	12
40	10,4
50	8,8
65	5
79	0

La cyclohexanone augmente donc, passe par un maximum et disparaît totalement en fin de réaction. Ce maximum est d'ailleurs variable avec les conditions expérimentales : il augmente si l'on emploie un platine plus actif, une plus grande quantité de platine, ou si l'on opère dans l'acide acétique. Une expérience faite sur 40^g de phénol dans 200$^{cm^3}$ d'acide acétique avec 17^g de platine, a donné pour le maximum 14^g de cyclohexanone, soit 35 pour 100.

La formation de cyclohexanone est-elle une réaction accessoire ou, au contraire, tout le cyclohexanol passe-t-il par le terme cyclohexanone?

Dans cette seconde hypothèse, au cas où le maximum de cyclohexanone est faible, il faut admettre que la vitesse propre d'hydrogénation de la cyclohexanone est, à masse égale, plus grande que celle du phénol, et d'autant plus grande que le maximum en cyclohexanone est plus petit, car au moment de ce maximum les vitesses de formation et de destruction de la cyclohexanone sont égales.

On peut vérifier ce fait en hydrogénant un mélange de phénol et de cyclohexanone; celle-ci disparaît beaucoup plus vite que le phénol : un mélange de 27^g de phénol et de 22^g de cyclohexanone, après fixation de 11^l d'hydrogène, contenait encore 21^g de phénol et seulement 4^g de cyclohexanone.

Plusieurs expériences ont donné des résultats comparables, d'où il résulte que, dans ces conditions, la vitesse propre d'hydrogénation de la cyclohexanone est bien supérieure à celle du phénol.

Par suite le cyclohexanol provient, pour la plus grande partie au moins, de la cyclohexanone et non directement du phénol.

A quel moment apparaît la fonction cétone? Préexiste-t-elle dans le phénol, apparaît-elle après fixation de une ou de deux molécules d'hydrogène? C'est un point que nous n'avons pas encore étudié.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'oxime du chloral sur les amines aromatiques; synthèse d'isatines.* Note de MM. **Th. Martinet** et **P. Coisset**, présentée par M. A. Haller.

Le chloral se condense avec les amines aromatiques par sa fonction aldéhydique, mais, sous forme d'oxime, c'est par le chlore qu'il réagit sur les amines. La réaction peut s'orienter dans deux directions différentes. En milieu neutre, deux molécules d'aniline entrent dans la combinaison et l'on obtient l'isonitrosoéthényldiphénylamidine (formule I) (1).

En milieu faiblement acide, au contraire, un atome de chlore seul s'élimine à l'état d'acide chlorhydrique, tandis que les deux autres atomes, par suite d'une hydrolyse, se trouvent remplacés par un atome d'oxygène. On arrive ainsi à l'isonitrosoacétanilide (formule II) (2).

$$C_6H_5-NH-C(=N-C_6H_5)-CH=N-OH$$

Formule I.

$$C_6H_5-NH-CO-CH=N-OH$$

Formule II.

Cette substance, traitée à chaud par l'acide sulfurique, donne l'isatine.

Ce procédé, mis au point, nous a permis de préparer un certain nombre d'isatines connues. Il constitue, en particulier, un procédé commode pour l'obtention de l'isatine ordinaire. La préparation se fait en 24 heures, ce qui fait de l'isatine une matière première très accessible. Nous avons, en outre, isolé une isatine nouvelle, la 4-chloro-7-méthoxyisatine. Le mode opératoire est le suivant : on dissout une molécule de chlorhydrate de *p*-chloro-*o*-anisidine (orthoamino-*p*-chloroanisol) dans 1500^{cm^3} d'eau, on ajoute à la solution une molécule de chlorhydrate d'hydroxylamine et l'on porte à l'ébullition. On verse alors, par petites portions dans le liquide bouillant, une solution d'une molécule d'hydrate de chloral dans 1300^{cm^3} d'eau. On maintient l'ébullition pendant 5 ou 10 minutes et l'on refroidit brusquement; il se sépare le dérivé isonitrosé, $F = 190°$, soluble dans l'alcool de

(1) Brevet français de la Société pour l'Industrie chimique à Bâle, nº 291359, du 1er août 1899.

(2) Brevet nº 501153, de la Société S.R. Geigy, publié le 6 avril 1920.

formule III :

Formule III.

Cette substance dans l'acide sulfurique donne une liqueur violette qui, par chauffage, passe au brun rouge et cette solution versée dans l'eau fournit la 4-chloro-7-métoxyisatine. La coloration violette intermédiairement observée semble devoir être attribuée, comme on le montrera plus tard, à la formation de l'imésatine correspondante qui s'hydrolyse au sein de l'acide sulfurique :

Une partie de la 2-métoxy-5-chloroisonitrosoacétanilide est maintenue à 75° pendant 15 minutes dans sept parties d'acide sulfurique concentré ; la solution brun rouge, ainsi obtenue et refroidie, laisse précipiter par un excès d'eau la 4-chloro-7-méthoxyisatine. On la purifie par dissolution dans une solution concentrée de soude ; la cyclisation, par l'acide chlorhydrique, de l'isatate filtré ainsi obtenu donne la 4-chloro-7-méthoxyisatine, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide acétique, l'alcool bouillant, d'où elle cristallise, par refroidissement, en longues aiguilles rouges qui, par projection sur le bloc Maquenne, fondent à 255°.

Nous avons caractérisé cette isatine par sa phénylhydrazone, aiguilles jaunes soyeuses fondant à 245° ; son oxime fondant à 230°, elle est soluble dans l'alcool.

Sous l'action des alcalis en solution alcoolique on observe, comme il était prévu, une coloration violette fugace qui passe rapidement au jaune en donnant l'isatate alcalin correspondant. Nous avons préparé l'isatate de baryum en lamelles brunes probablement quadratiques, solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool, cristallisant avec une molécule d'eau

$$(C^9O^4ClNH^7)\,ba + H^2O$$

et par double décomposition l'isatate de cuivre.

En condensant cette isatine nouvelle avec l'indoxyle nous avons obtenu la 4-chloro-7-méthoxyindirubine en aiguilles violettes peu solubles dans l'alcool, donnant à l'hydrosulfite une cuve jaune vert peu stable, se transformant presque totalement en indigo ordinaire.

Nous avons dosé l'halogène en brûlant la substance avec du peroxyde de sodium dans un creuset en acier; on amorce la combustion par introduction d'une tige de fer rouge; si la réaction est trop vive on ajoute de la chaux anhydre et pure, le dosage se fait ensuite à la façon ordinaire. La méthode est rapide et satisfaisante.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du propylène dibromé-2.3 sur le bromure d'isopropylmagnésium.* Note de M. **Lespieau**, présentée par M. Haller.

Nous avons indiqué, M. Bourguel et moi [1], comment on pouvait arriver aux hydrocarbures acétyléniques vrais en utilisant l'action du propylène dibromé $CH^2 = CBr.CH^2Br$ sur les dérivés magnésiens mixtes, et, comme exemple, nous avons décrit la préparation du pentine $CH \equiv C.CH^2.CH^2.CH^3$ par ce procédé.

Il m'a paru utile, pour établir la généralité de la méthode, de l'appliquer au dérivé magnésien d'un bromure secondaire, et, dans ce but, je me suis adressé au bromure d'isopropylmagnésium. La réaction du propylène dibromé sur ce corps étant très vive, il convient d'opérer en présence de beaucoup d'éther; on cesse d'ajouter du dibromure quand son addition paraît ne plus provoquer de dégagement de chaleur. On traite alors par l'eau acidulée, puis on extrait à l'éther.

Après le départ de ce solvant on recueille d'abord, par distillation fractionnée, le composé $CH^2 = CBr.CH^2.CH(CH^3)^2$, liquide incolore bouillant à 126°-127° sous la pression normale; sa densité à 18° égale 1,207; son indice pour la raie D, à la même température, est 1,4627, d'où une réfraction moléculaire 37,17, la théorie exigeant 37,201. Le poids moléculaire déduit d'une cryoscopie acétique a été trouvé égal à 168, la théorie voulant 163. On y a trouvé 49,21 pour 100 de brome, au lieu de 49,08.

La fixation de deux atomes de brome sur le composé précédent fournit le tribromure $CH^2Br.CBr^2.CH^2.CH(CH^3)^2$, bouillant à 116-117° sous 16^{mm}, ayant à 17° une densité de 1,986 et un indice de 1,561, d'où une réfraction moléculaire 52,68, théorie 53,34. Poids moléculaire par cryoscopie acétique 339, théorie 323. Brome pour 100, 74,23; théorie, 74,30.

---

[1] *Comptes rendus*, t. **170**, 1920, p. 1584.

L'attaque de ce tribromure par l'éthylate de sodium fournit avec de bons rendements le dibromure $CHBr = CBr.CH^2.CH(CH^3)^2$ bouillant à 70°-71° sous 11^{mm}, ayant à 17° une densité 1,621 et un indice 1,512, d'où une réfraction moléculaire 44,9, théorie 45,07. Poids moléculaire dans l'acide acétique 248, théorie 242. Brome pour 100, 66,52 au lieu de 66,11.

On a maintenu le dibromure précédent avec de la poudre de zinc et de l'alcool à 95° tiède pendant quelques heures, après quoi on a distillé, au bain-marie, puis rectifié en utilisant une colonne Dufton. Il est d'abord passé un liquide entre 54°,5 et 55°, puis le thermomètre est monté vivement à 78°; à ce moment, ce qui distillait ne précipitait plus le nitrate d'argent alcoolique.

Le liquide du début, malgré la constance de son point d'ébullition, n'était pas un produit unique, mais un mélange à point d'ébullition minimum formé par l'alcool employé et le carbure acétylénique $CH \equiv C.CH^2.CH(CH^3)^2$. Pour isoler ce dernier, il suffit d'ajouter du chlorure de calcium fondu, de laisser quelques jours en contact, de décanter ensuite le carbure qui surnage et de distiller celui-ci. Il passe entre 61°,5 et 62° sous 760^{mm}; sa densité à 0° est 0,7244. Son analyse a indiqué, pour 100, 87,50 de carbone et 12,28 d'hydrogène; la théorie voudrait 87,80 et 12,19. Poids moléculaire cryoscopique 82, théorie 82 (pris dans l'acide acétique avec un abaissement de 0°,61).

Ce liquide est très volatil, il possède une forte odeur aillacée; il précipite le nitrate d'argent alcoolique en donnant des paillettes brillantes, solubles dans l'alcool chaud, et répondant à la formule attendue

$$CAg \equiv C.CH^2.C^3H^7.NO^3Ag,$$

car on y a trouvé 59,71 pour 100 d'argent. Il précipite en jaune le chlorure cuivreux ammoniacal.

L'attaque du dérivé magnésien par le propylène dibromé ne fournit le composé $CH^2 = CBr.CH^2.CH(CH^3)^2$ qu'avec un rendement de 30 pour 100 environ, calculé à partir de l'épidibromhydrine employée; on obtient simultanément des liquides colorés en violet, qui se décolorent quand on les agite avec une solution de carbonate de potassium et dont il est très difficile de tirer un composé défini. Cependant, après de nombreuses distillations sous pression réduite, j'ai pu extraire un liquide incolore bouillant à 63° sous 11^{mm}, ayant à 24° pour densité 1,0942 et pour indice 1,456. Une cryoscopie acétique lui assigne un poids moléculaire égal à 215; il contient 38,10 pour 100 de brome. Ces données permettent

de penser que l'on se trouve en présence d'un nonane bromé, car le poids moléculaire d'un tel corps serait 207, sa réfraction moléculaire 51,405, en accord avec les mesures faites, enfin il renfermerait 38,64 pour 100 de brome.

La formation d'un tel corps proviendrait d'une fixation du dérivé magnésien employé sur le bromure $CH^2 = CBr.CH^2.CH(CH^3)^2$ à l'endroit de la double liaison, et probablement dans le sens qui conduirait au composé

$$\begin{array}{l} CH^3.\underset{|}{CH}.CBr.CH^2.\underset{|}{CH}.CH^3. \\ \quad\;\; CH^3\,CH^3 \qquad\quad CH^3 \end{array}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur le sulfure d'éthyle ββ-dichloré.* Note de MM. **Delépine**, **Fleury** et **Ville**, présentée par M. Haller.

On sait que le sulfure d'éthyle ββ-dichloré $S(CH^2.CH^2Cl)^2$ a été préparé industriellement par l'union de l'éthylène avec le chlorure de soufre ordinaire S^2Cl^2 ou avec ce chlorure amené à la composition SCl^2 par une addition convenable de chlore, ou enfin par éthérification du thiodiglycol $S(CH^2.CH^2.OH)$ au moyen de l'acide chlorhydrique. Ayant eu à examiner de nombreux échantillons de ces préparations, nous avons fait des observations que nous désirons présenter succinctement.

I. Les produits préparés avec les chlorures de soufre ne sont jamais purs d'emblée; ils contiennent toujours un excès de soufre, soit que celui-ci reste en solution sous une forme indéterminée, soit qu'il se trouve combiné sous forme de $S : S(CH^2.CH^2Cl)^2$, comme on l'a suggéré. Le sulfure pur ou préparé avec le thiodiglycol se distingue des précédents parce que, oxydé dans des conditions convenables par un mélange chromico-nitrique, il ne donne pas d'acide sulfurique du tout, tandis que les autres fournissent des doses de soufre oxydable en acide sulfurique allant de 3 à 14 pour 100, suivant qu'on s'est servi du bichlorure ou du protochlorure de soufre dans leur fabrication.

II. Quand on distille les produits industriels préparés avec les chlorures de soufre, il se dégage toujours quelques centièmes d'acide chlorhydrique; l'opération doit d'ailleurs être faite dans le vide si l'on veut la réussir. Certains peuvent fournir jusqu'à 85 pour 100 d'un liquide cristallisant de 10° à 13°, mais on n'a jamais d'emblée le sulfure d'éthyle ββ-bichloré pur qui fond à 14°,1-14°,15; le produit solide distillé est accompagné de parties encore liquides à 0°. Nous avons réuni plus de 1^{kg} de distillat et extrait le

liquide restant à 0°; celui-ci fut redistillé en fractionnant, ce qui a permis de séparer encore une forte proportion de sulfure d'éthyle ββ-bichloré solide; les nouvelles portions liquides ont été refroidies à — 15°, essorées, et fractionnées; elles ont passé de 106° à 150° sous 20^{mm} en diverses portions indiquées dans le Tableau établi plus bas; certaines fractions cristallisaient encore plus ou moins à — 10°; on a refroidi chaque fraction à — 23° et l'on en a aspiré la partie liquide pour en reprendre la densité et en déterminer la teneur en chlore et en soufre, ainsi que le chlore libéré par hydrolyse à 80° après plusieurs heures.

TABLEAU.

Fractionnement du liquide essoré à —15°.				Propriétés de la partie liquide à —23° venant des portions précédentes.			
Température.	Poids.	D_{20}.	Crist. —10°.	D_{20}.	S pour 100.	Cl pour 100.	Cl hydrol.
106°-108°...	13^g	1,319	+	1,323	20,24	44,64	27,3
108-110...	24	1,322	+	1,335	19,62	46,62	28,0
110-112...	16	1,328	+	1,338	19,44	47,10	29,0
112-115...	25	1,328	abond.	1,345	19,50	46,45	26,6
115-120...	11	1,334	+	»	20,36	46,50	26,6
120-130...	7	1,338	pas	»	»	»	37,0
130-150...	3	1,378	pas	»	»	»	»
Données relatives à $S(CH^2.CH^2.Cl)^2$ pur...				1,268	20,12	44,65	44,65

Nous avons été surpris de trouver pour les parties liquides, à peu de chose près, les mêmes chiffres de soufre et de chlore que pour le sulfure pur. Le chiffre de chlore obtenu après hydrolyse (action de l'eau à 80°) est toutefois différent. Le soufre oxydable en acide sulfurique est à peu près nul (0,5 pour 100).

Il est vraisemblable qu'il s'agit d'isomères, tels que

$$ClCH^2.CH^2.S.CHCl.CH^3,$$

ou, plutôt, de composés tels que

$$S(CH:CHCl)^2,\quad Cl.CH^2.CH^2.S.CH:CHCl,\quad CH^3.CHCl.S.CH:CHCl,\quad \ldots,$$

dont la formation s'explique par la présence initiale de combinaisons plus chlorées, comme

$$S(CHCl.CH^2Cl)^2,\quad S(CH^2.CHCl^2)^2,\quad Cl^2CH.CH^2.S.CH^2.CH^2Cl,\quad \ldots,$$

qui perdraient de l'acide chlorhydrique, ainsi qu'on le constate à la rectification du produit industriel.

Le poids moléculaire de ces liquides, pris dans le benzène, a été trouvé

de l'ordre de celui de $S(CH^2.CH^2Cl)^2$. (Observé : 149-164 au lieu de 159.) Nous sommes portés à croire qu'ils contiennent encore du sulfure d'éthyle ββ-bichloré, qui participe pour une certaine proportion à la formation de l'acide chlorhydrique par hydrolyse.

III. Nous avons enfin déterminé la constante cryoscopique du sulfure d'éthyle ββ-bichloré, afin d'avoir une idée de la quantité d'impuretés qui pouvaient correspondre aux abaissements constatés dans les liquides bruts issus des distillations. La formule classique de Raoult $\Delta t = KC : M$ donne $K = 60\text{-}62$ environ, mais cette valeur diminue assez rapidement pour des concentrations un peu fortes; on représente beaucoup mieux les phénomènes par la formule de Louguinine et Dupont $\Delta t = Kn : (n + N)$, n et N désignant les nombres respectifs de molécules du corps dissous et du dissolvant [1]; alors $K = 38$; la formule est valable jusqu'à $\Delta t = 10°\text{-}15°$ pour le benzène, le chlorobenzène, le tétrachlorure et le sulfure de carbone. Nous doutons cependant qu'on utilise le sulfure d'éthyle ββ-bichloré comme solvant cryoscopique, car ce n'est autre chose que l'ypérite; cela souligne les minuties qu'a exigées le présent travail.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses de l'acide cyanique et de l'urée par oxydation de cétones, d'acides et d'amines, en présence d'ammoniaque.* Note de MM. **R. Fosse** et **G. Laude**, présentée par M. A. Haller.

1. L'acide cyanique, produit constant de l'oxydation ammoniacale des protéiques, des acides aminés, des hydrates de carbone, de la glycérine, de la formaldéhyde, de la formamide et de l'acide oxamique [R. Fosse [2]], se forme aussi, lorsqu'on oxyde avec NH^3, plusieurs représentants des fonctions : alcool, phénol et aldéhyde [R. Fosse et G. Laude [3]].

2. Dans cette Note, nous établirons que la carbamide prend encore naissance aux dépens de corps à fonction :

Cétone (acétone, acétophénone, cyclohexanone);

Acide monobasique (acétique, propionique, valérianique, cinnamique);

Acide bibasique (malonique, succinique);

---

(1) W. Louguinine et G. Dupont, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. 11, 1912, p. 904.

(2) R. Fosse, *Comptes rendus*, t. 168, 1919, p. 320, 908 et 1164; t. 169, 1919, p. 91; t. 171, 1920, p. 635 et 722; t. 172, 1921, p. 161; *Annales Inst. Pasteur*, 1920, p. 715-762; *Bull. Soc. chim.*, t. 29, 1921, p. 158-203.

(3) R. Fosse et G. Laude, *Comptes rendus*, t. 172, 1921, p. 684.

Acide alcool (glycolique, lactique, tartrique);

Acide phénol (salicylique, *p*-oxybenzoïque);

Amine (méthyl et diméthylamine, éthylamine, aniline, *m*-phénylènediamine).

3. La nature de la substance et les conditions de l'expérience exercent une influence considérable sur les rendements en carbimide et carbamide. Après tautomérisation du cyanate d'ammoniaque, la quantité d'urée formée, très faible pour les acides monobasiques ($0^g,3$ pour 100 au maximum), s'élève pour les acétones (2 à 14 pour 100), les acides phénols (11,57 à 19,9 pour 100), et les amines (4 à 47 pour 100).

Tandis que l'éthylamine ne donne que 4,6 d'urée pour 100, l'aniline en produit 15,5 pour 100 et la phénylènediamine 27,4 pour 100.

Mais les rendements augmentent encore avec les amines susceptibles d'engendrer la formaldéhyde par oxydation : la méthylamine conduit à 44,51 d'urée pour 100 et la diméthylamine à 47,9. Ces chiffres ne représentent nullement des valeurs que l'on ne puisse dépasser dans d'autres conditions.

4. Ainsi que nous l'avons déjà signalé, l'addition de cuivre au milieu oxydant favorise, dans certains cas, la formation de l'acide cyanique et de l'urée.

5. On sait que l'urée passe à l'état d'acide cyanique par chauffage avec la potasse en solution dans l'alcool absolu, à 100° [A. Haller (1)], ou même avec l'eau bouillante [Walker et Hambly (2)].

Est-il possible de penser que l'acide cyanique de nos expériences, loin d'être le précurseur de l'urée, en dérive, au contraire, sous l'action de la potasse, libérée par le permanganate?

Si cette hypothèse était fondée, il faudrait admettre que cet alcali, même plus ou moins carbonaté, en présence d'eau et d'ammoniaque et à la température ordinaire, serait capable de transformer l'urée en acide cyanique *intégralement, sans que la réaction soit limitée*, puisque dans nombre de cas nos liqueurs d'oxydation renferment la carbimide sans trace d'urée. Celle-ci n'apparaît que par chauffage avec NH^4Cl. En outre, l'acide cyanique peut encore se former seul, sans urée, lorsqu'on provoque l'oxydation par le permanganate calcique ou par un mélange de MnO^4K et de $SO^4(NH^4)^2$, incapables de donner de la potasse libre ou carbonatée.

---

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. 102, 1886, p. 975.

(2) Walker et Hambly, *J. Chem. Soc.*, t. 67, p. 747.

Substances.	Proportions des réactifs. Matière.	H^2O.	NH^3 concentr.	MnO^4K ou MnO^4Na.	Volume total.	Volume dosé.	Xanthylurée pour ce volume. Avant chauffage.	Xanthylurée pour ce volume. Après chauff. avec NH^4Cl.	Urée pour 100^g ou 100^{cm^3}. Avant chauffage.	Urée pour 100^g ou 100^{cm^3}. Après chauff. avec NH^4Cl.	Réactions colorées avec préc. argentique recristallisé du cobalto-cyanate.	Réactions colorées avec préc. argentique recristallisé de l'oxyurée.
Acétones.												
Propanone	$0^{cm^3},1$	4	6	1,2	25	2	0	g 0,002	0	3,57	+	+
Propanone	$0^{cm^3},5$	4	10	4	25	2	0	0,0126	0	4,5	+	+
Acétophénone	$0^{cm^3},5$	4	8	3	50	2	trace	0,0196	trace	14	+	+
Acétophénone et cuivre.	$0^{cm^3},5$	4	8	2,5	50	2	trace	0,0214	trace	15,21	+	+
Cyclohexanone	$0^{cm^3},5$	4	8	3,5	25	2	0	0,0057	0	2		
Cyclohexan. et cuivre	$0^{cm^3},5$	4	8	3	50	0	0	0,0044	0	3,1	+	+
Acides monobasiques.												
Acide acétique	1^{cm^3}	4	8	8				trace		trace		
Acide propionique	1^{cm^3}	4	10	8	20	2	0	0,0019	0	0,27		
Ac. propion. et cuivre	1^{cm^3}	4	10	8	20	2	0	0,0032	0	0,45		
Acide valérianique	$0^{cm^3},5$	0	10	1,8	20	2	0	0,001	0	0,28		
Ac. valérian. et cuivre.	$0^{cm^3},5$	0	10	1,8	20	2	0	0,0037	0	1,05		
Acide cinnamique	$0^g,5$	4	10	3	25	2	0	0,001	0	0,35		
Ac. cinnamm. et cuivre.	$0^g,5$	4	10	3	25	2	0	0,0055	0	1,96		
Acides bibasiques.												
Acide malonique	$0^g,5$	4	10	5	25	2	0	0,0015	0	0,53		
Ac. malon. et cuivre	$0^g,5$	4	10	5	50	2	0	0,004	0	2,85		
Acide succinique	$0^g,5$	4	10	3,5			0	trace	0	trace		
Ac. succin. et cuivre	$0^g,5$	4	10	3,5	50	5	0	0,0048	0	1,4		
Acides phénols.												
Acide salicylique	$0^g,5$	4	10	6	50	2	0,001	0,0162	0,71	11,57	+	+
Ac. para-oxybenzoïque.	$0^g,3$	4	10	4	100	5	0	0,0209	0	19,9	+	+
Ac. salicyl. et cuivre	$0^g,5$	4	10	6	75	2	0,0013	0,019	1,39	20,35	+	+
Acides alcools.												
Acide glycolique	$0^g,4$	2	8	3	20	2	trace	0,0136	trace	4,85	+	+
Lactate de zinc	$0^g,2$	0	10	1,5	25	2	0	0,0067	0	5,98	+	+
Acide tartrique	$0^g,4$	5	5	5	25	2	0	0,0028	0	1,25		
Acide tartrique et cuivre.	$0^g,4$	5	5	3	25	2	0	0,0266	0	11,8	+	+
Amines.												
Méthylamine	$0^g,2888$	5	10	5	100	2	0	0,0181	0	44,51	+	+
Diméthylamine	$0^g,28$	5	10	4	200	2	0	0,0094	0	47,9	+	+
Éthylamine	$0^g,3$	5	10	3	40	2	0	0,0098	0	4,66	+	+
Aniline	$0^{cm^3},5$	5	10	7	50	2	0,0026	0,0218	1,8	15,56	+	+
Aniline et cuivre	$0^{cm^3},5$	5	10	7	100	2	0,002	0,0196	2,85	28	+	+
m-phénylène-diamine	$0^g,149$	5	10	2	50	2	trace	0,0114	trace	27,4	+	+

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune ichtyologique du Sahélien de la région d'Oran*. Note de M. C. ARAMBOURG.

Le Miocène de la région d'Oran est connu depuis longtemps pour l'abondance de restes de poissons que renferme l'un des niveaux du Sahélien, aux environs immédiats de la ville.

Jusqu'ici sept espèces seulement avaient été distinguées dans ce gisement, et décrites par différents auteurs.

J'ai, depuis quelques années, entrepris de recueillir, à Oran même, et en d'autres points du département, notamment à Saint-Denis-du-Sig, les représentants de cette faune, beaucoup plus riche en réalité qu'on ne le soupçonnait.

Je connais, en effet, actuellement environ 80 espèces déterminables, dont l'étude m'a donné les résultats suivants :

Quatorze espèces sont connues, d'Oran ou de niveaux synchroniques européens : *Oxyrhina hastalis* Ag., *Odontaspis acutissima* Ag., *Carcharodon megalodon* Ag., *Myliobatis meridionalis* Gerv., *Syngnathus Albyi* Sauv., *Clupea numidica* Sauv., *Anapterus megistosoma* Sauv., *Scombresox obtusirostris* Sauv., *Podopteryx Bosniaskii* Sauv., *Capros Steindachneri* Kramb., *Diplodus Jomnitanus* Val., *Diplodus oranensis* Woodw., *Trigonodon Oweni* Sism., *Sparus cinctus* Ag.

Douze sont des espèces actuelles : *Hexanchus griseus* Raf., *Oxyrhina Spallanzanii* Bp., *Carcharias* (*Prionodon*) *lanica* Mul. et Heul., *Serranus Cabrilla* Lin., *Serranus scriba* C. V., *Scomber Colias* Lin., *Trachurus trachurus* Lin., *Lophius budegassa* Spinola, *Batrachoides didactylus* Bl. Schn., *Capros aper* Lin., *Zeus faber* Lin., *Sparus auratus* Lin.

Dix sont des espèces nouvelles, mais très affines à des types actuels : *Scorpæna* aff. *ustulata*, *Clinus* (*Labrisomus*) aff. *nuchipinnis*, *Tripterygium* aff. *nasus*, *Lepidopus* aff. *caudatus*, *Neopercis* aff. *atlantica*, *Parapristipoma* aff. *octolineatum*, *Crenidens* aff. *Forskali*, *Myctophum* aff. *laternatum*, *Synodus* aff. *atlanticus*, *Balistes* aff. *capriscus*.

Quarante-cinq sont des espèces nouvelles et appartiennent aux genres suivants : *Carcharias* (*Prionodon*), *Holocentrum*, *Epinephelus*, *Serranus* (2 sp.), *Cepola*, *Scorpæna* (3 sp.), *Trigla*, *Gobius* (9 sp.), *Trichiurus*, *Caraux*, *Naucrates*, *Crenilabrus* (2 sp.), *Mugil*, *Chætodon*, *Ophidium*, *Sparus* (2 sp.), *Pagellus*, *Box* (2 sp.), *Mœna*, *Alosina*, *Spratelloides*, *Myctophum*, *Muræna*, *Achirus*, *Microchir*, *Solea* (?), *Synaptura*, et à trois genres nouveaux des familles suivantes : *Sparidés*, *Scopélidés* (2 sp.), *Labridés*.

On voit qu'il s'agit là d'une faune franchement marine, composée d'un mélange d'espèces côtières dominantes, avec quelques formes bathyales ou bathypélagiques.

Elle comprend un certain nombre de genres récents qui sont signalés pour la première fois à l'état fossile; mais l'intérêt qu'elle présente réside surtout dans l'existence d'espèces actuelles bien caractérisées, et de formes très affines à des espèces vivantes, dont l'ensemble forme près du tiers de la masse totale des espèces recueillies.

Ce fait très intéressant n'a cependant pas été mis en évidence jusqu'ici, dans les divers travaux relatifs aux faunes ichtyologiques européennes, synchroniques de celles d'Oran, et pour lesquelles de nombreuses espèces ont été créées sans préoccupation, ainsi que l'a déjà indiqué Bassani (1), de leur identité possible à des formes actuelles.

D'autre part, le caractère de la faune d'Oran est déjà nettement méditerranéen, malgré la présence de quelques types tropicaux (2) et de quelques formes atlantiques communes à la côte occidentale d'Afrique et à celles de l'Algérie et du Maroc (3). Quant au petit nombre de types purement atlantiques qui s'y rencontrent, comme d'ailleurs pour ceux de la catégorie précédente, l'habitat de leurs représentants actuels est entièrement localisé aux régions de l'Océan qui jalonnent le bord méridional de l'ancien géosynclinal transverse : *Synodus atlanticus* vit sur les côtes de Madère; *Neopercis atlantica* dans la région du cap Vert; *Clinus* (*Labrisomus*) *nuchipinnis*, aux Canaries et aux Antilles.

On peut, par conséquent, les considérer comme *paléoméditerranéens*, en donnant à ce mot son sens géologique, et leurs formes actuelles ne sont que les *relictes* d'une faune plus ancienne s'étendant vraisemblablement à toute la mésogée, et dont le gisement d'Oran nous fournit une trace (4).

La présence, au Sahélien, d'un petit nombre de types tropicaux à affinités indiennes, dans la région méditerranéenne, n'est également que le souvenir de faunes antérieures dont le caractère tropical est bien connu et qui ont émigré vers le Sud-Est, probablement au début des temps néogènes, avant

---

(1) Bassani, *La ithiofauna delle argille marnone plistoceniche di Taranto e di Nardo* (*Atti della R. Accademia delle scienze fis. e math.*, 2e série, vol. 12, 1905).

(2) *Holocentrum*, *Chætodon*, *Crenidens*, *Spratelloides*.

(3) *Parapristipoma*, *Batrachoides*.

(4) Il est très remarquable, à cet égard, que les mers du Japon, et certaines parties du Pacifique Ouest renferment actuellement un petit nombre d'espèces et de genres dont on ne retrouve les équivalents ou les très proches parents que dans la Méditerranée et les parties voisines de l'Atlantique, à l'exclusion complète de la mer Rouge et de l'océan Indien. L. Joleaud a d'ailleurs déjà attiré l'attention sur l'actuelle localisation, dans certaines parties du Pacifique, d'élasmobranches européens de l'époque mésozoïque.

que la réunion des continents asiatique et africain ne fût définitivement effectuée.

L'ensemble de ces faits, d'ailleurs parfaitement d'accord avec ce que l'on sait déjà pour d'autres groupes zoologiques marins, a pour conséquence de vieillir sensiblement notre faune ichtyologique actuelle en en reculant la date d'apparition dans nos régions, et de montrer sa faible variation depuis cette époque, conséquence de la fixité probable des conditions de vie dans le milieu marin méditerranéen, à partir des temps néogènes.

MORPHOLOGIE DYNAMIQUE. — *Le rapport de la surface alaire à la surface caudale chez les Oiseaux.* Note de M. **A. Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Richet, dans son étude sur le vol des Oiseaux [1], s'est préoccupé du rapport qui existe entre la surface alaire et la surface caudale. Pour calculer ces surfaces, il a employé la méthode géométrique, c'est-à-dire qu'il a comparé les ailes à des figures géométriques, rectangles ou triangles. Tout en reconnaissant qu'il obtenait de cette façon des mesures assez incertaines, il a estimé qu'il était possible de se contenter de ces approximations.

Il n'a retenu dans son travail que les rapports de la surface alaire à la surface caudale des Oiseaux bons voiliers et éliminé ceux des Oiseaux volant mal. Il a trouvé des rapports variant de 2,8 à 13,9 et une moyenne générale de 6,8, chiffre qu'il a jugé intéressant parce qu'il indique à peu près quelle doit être, à son avis, la surface de la queue, envisagée uniquement comme gouvernail chez les grands et petits Oiseaux.

J'ai été amené, dans mes recherches organométriques sur les Oiseaux, à étudier aussi le rapport qui existe entre la surface alaire et la surface caudale. J'ai décalqué avec autant d'exactitude que j'ai pu les ailes de près de 400 Oiseaux, déterminés par moi avec précision. Pour cela j'ai étendu les ailes sur du papier millimétré de façon à donner aux rémiges l'écartement copiant le mieux celui réalisé pendant le vol et j'ai dessiné alors leur contour, y compris les espaces digités qui se rencontrent fréquemment à l'extrémité de certaines ailes. J'ai pu avoir ainsi la surface réelle des ailes en centimètres carrés. J'ai opéré de la même manière pour rechercher la surface de la queue que j'ai étalée au maximum, en ayant soin que les rectrices restent imbriquées comme dans la nature.

---

(1) Ch. Richet et Ch. Richet, *Observations relatives au vol des Oiseaux* (*Archivio di Fisologia*, vol. 7, 1909).

Les surfaces que j'ai trouvées sont donc aussi proches que possible de la réalité.

Pour obtenir le rapport cherché, j'ai divisé la surface alaire, directement mesurée en centimètres carrés, par la surface caudale mesurée de la même façon.

Je résume dans le Tableau suivant les chiffres moyens que m'ont donné les différents groupes d'Oiseaux, qui sont caractérisés chacun par un genre de vol particulier. Il est évident que la queue n'est pas uniquement un organe de vol chez les Oiseaux où elle constitue souvent un ornement. Mais comme je n'ai étudié jusqu'ici que des espèces qui ne sont pas dans ce cas, les rapports ci-dessous gardent tout leur intérêt au point de vue du vol.

		Poids moyen du corps.	Rapport de la surface alaire à la surface caudale.		
			Nombres extrêmes.		Nombre moyen.
			Minimum.	Maximum.	
		g			
A.	Corvidés	367,5	2,2	3,8	3,2
	Passereaux	21,6	2,1	5,1	3,3
	Colombins	400,5	2,6	4,4	3,5
	Rapaces diurnes	1600,2	3,1	4,1	3,4
	Gallinacées	616,5	3,8	4,9	4,1
	Rapaces nocturnes	703,5	3,5	5,5	4,6
B.	Petits Échassiers	226,4	5	9,8	6,8
	Palmipèdes à grandes ailes	1033,7	6	8,6	6,8
	Grands Échassiers	3493,7	6,1	11,1	8,8
	Oiseaux plongeurs	574,6	5,4	22,1	10,3

Il ressort de ce Tableau qu'il existe deux séries d'Oiseaux.

1° La série A formée d'Oiseaux terrestres chez lesquels le rapport étudié est toujours inférieur à 5,5.

2° La série B constituée par des Oiseaux habitués à vivre dans les régions aquatiques, et qui, de ce fait, ont souvent à supporter les effets des grands courants d'air. Chez ceux-ci, le rapport est toujours supérieur à 5.

C'est ainsi que se classent d'ailleurs ces divers groupes, comme je l'ai déjà montré [1], lorsqu'on étudie l'acuité de l'aile, c'est-à-dire le rapport de l'envergure à la largeur de l'aile, et la longueur de la queue. Les Oiseaux de la série B ont en effet une grande acuité et une petite longueur caudale : La largeur de leur aile est très réduite comme celle de leur queue.

---

(1) F. Houssay et A. Magnan, *L'envergure et la queue chez les Oiseaux* (*Comptes rendus*, t. 154, 1912, p. 39).

Les Oiseaux plongeurs possèdent un rapport de la surface alaire à la surface caudale très élevé parce que leur queue est extraordinairement petite, plus petite que celle des autres Oiseaux fréquentant les rivages et les marais, mais ne menant pas la vie aquatique et cela par suite du modelage exercé par l'eau qui a réduit les rectrices en longueur et en poids comme je l'ai mis récemment en évidence [1].

Ces résultats, bien que présentés sous une forme différente, ne sont pas en désaccord avec ceux fournis par Richet. Ils sont intéressants parce qu'ils montrent qu'une machine volante construite sur le modèle d'un Oiseau bon voilier comme un Rapace, devrait disposer, à certains moments du vol et pour l'atterrissage en particulier, d'une surface caudale de 5^{m^2} pour une surface portante de 20^{m^2}. Un appareil conçu pour voler au-dessus de la mer à la manière des Palmipèdes à grandes ailes, devrait, par contre, être pourvu d'une surface caudale bien moins importante, celle-ci étant de $2^{m^2},8$ au maximum, pour une surface alaire de 20^{m^2}.

HISTOLOGIE. — *Recherches histologiques et histochimiques sur l'atrophie pigmentaire du foie.* Note de M. F. **Ladreyt**, présentée par M. L. Joubin.

Le foie de *Scyllium catulus* Cuv. qui fait l'objet de la présente Note présentait une coloration noir bleuâtre et une réduction des deux tiers de son volume normal. L'examen histologique de l'organe révèle un ensemble de lésions dont les unes sont *aspécifiques* et se traduisent par la plasmolyse des constituants cellulaires; les autres sont *spécifiques* et sont caractérisées par la transformation pigmentaire de la cellule hépatique. Ces deux ordres de phénomènes ont une résultante commune, la formation de larges plages de nécrose dans lesquelles les éléments plus ou moins fusionnés se ramènent essentiellement à deux types : la cellule vacuolisée dont l'évolution est conditionnée par la fonte de certaines parties du territoire cellulaire et la chute du noyau dans le milieu ambiant, la cellule ocracée ou noire caractérisée par des granulations individualisées ou fusionnées en un bloc pigmentaire plus ou moins compact. Au milieu de ces éléments, sont épars des noyaux pycnotiques ou vésiculaires et des granulations de pigment dont la situation extra-cellulaire est consécutive à la destruction des formations où s'était accomplie leur évolution.

---

(1) A. Magnan, *De l'action tourbillonnaire de l'eau sur le corps et la queue des Oiseaux plongeurs* (*Comptes rendus*, t. **172**, 1921, p. 236).

Le pigment jaune, successivement traité par l'alcool chlorhydrique ou sulfurique et le ferrocyanure de potassium, présente les réactions caractéristiques du fer : c'est une hémosidérine que, seule, sa forte liaison avec la matière protéique ne me permet pas d'identifier avec la rubigine de Lapicque. Le pigment noir n'est ni un pigment biliaire, ni un pigment ferrugineux : c'est une mélanine très comparable, par ses réactions, à l'hémofuscine de Recklinghausen. Tandis que l'hémofuscine se différencie aux dépens des dérivés hémoglobiques, la mélanine évolue tantôt à partir du pigment ferrugineux, tantôt aux dépens des acides aminés accumulés dans la cellule du foie pathologique. Nous pouvons donc considérer certains éléments du foie atrophique comme des formations tout à fait comparables aux amino-acidophores dont nous devons la notion récente (et nouvelle dans l'histologie du pigment) à M. Verne [1]; d'autre part, M. Prenant [2] a signalé, chez les Batraciens, la mélanisation des xanthophores transformés en cellules grises à pigment vraisemblablement amino-acide.

Je n'ai pas tenté d'isoler l'oxydase mélanisante; il m'a semblé que cette recherche serait d'autant plus stérile que même si j'avais pu extraire ce ferment, il m'aurait été bien difficile de déterminer si son activité ne relevait pas d'autres agents. Du reste, pourquoi ne pas conclure plus simplement que la mélanine représente le dernier terme des transformations que l'oxygène du fer hépatique fait subir aux acides aminés? Provisoirement on pourrait schématiser cette mélanisation dans la formule hypothétique suivante :

(Fer + oxygène) + substance albumineuse (amino-acides) = mélanine qui deviendrait, dans le cas de l'hémosidérine :

(Fer + oxygène) + substance albumineuse (dérivés hémoglobiques) = hémofuscine. Peut-être existe-t-il entre le fer et les amino-acides ou les dérivés hémoglobiques certains intermédiaires qui préparent ou déclanchent la réaction, intermédiaires qui formeraient avec le fer un couple catalytique. Dans ce cas, le fer représenterait la complémentaire active (substance pigmentative de Prenant), l'intermédiaire (acidaminase? hémoglobinase?), la complémentaire activante (substance pigmentante de Prenant), les acides aminés et les dérivés hémoglobiques, l'accepteur.

Dans le foie de notre *Scyllium*, la pigmentogenèse paraît relever de deux processus différents : la topographie, la forme et l'évolution des mitochondries et des chromochondries jaunes semblent m'autoriser à conclure que l'hémosidérine et une partie de la mélanine se développent aux dépens

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 1919, et *Thèse*, Paris, 1921.
(2) *C. R. Soc. Biol.*, 1920.

d'un substratum chondriosomique; une partie de l'hémofuscine provient, au contraire, de la mélanisation des acides aminés. Dans les éléments peu mélanisés, en effet, l'eau dissout une quantité relativement considérable du contenu cellulaire; le phénomène inverse se produit dans les formations contenant de nombreuses granulations noires. Ces faits, suivis sous le microscope, sont confirmés par l'examen histochimique de certains éléments (réactions xanthoprotéique et de Millon positives, réaction du biuret négative, etc.) et la formation de beaux cristaux d'acides aminés (tyrosine et leucine surtout) après évaporation sur lame des produits d'hydrolyse acide des cellules hépatiques.

Conclusions. — A. Le foie atrophique de *Scyllium catulus* Cuv. présente : 1° de larges plages de nécrose, dont l'évolution relève de la plasmolyse ou de l'homogénéisation des constituants cellulaires; 2° des cellules pigmentées jaunes (hémosidérine) ou noires (hémofuscine). — B. Tantôt la mélanine peut être considérée comme l'état définitif du pigment ferrugineux et reconnaît, comme son générateur, une origine mitochondriale; tantôt elle se différencie aux dépens des acides aminés de certaines cellules hépatiques (amino-acidophores de Verne). Dans aucun cas, mes observations ne m'ont permis d'envisager la participation directe des éléments nucléaires à la formation de l'hémosidérine ou de l'hémofuscine.

BIOLOGIE. — *Recherches sur la toxicité du milieu intérieur des Batraciens Urodèles vis-à-vis de leurs œufs.* Note de M. **A. Weber**, présentée par M. Henneguy.

J'ai déjà exposé comment les œufs de *Triton alpestris*, greffés dans la cavité péritonéale d'adultes de même espèce, sont tués rapidement, s'ils sont inoculés à des mâles, un peu moins vite chez les femelles [1]. J'ai repris ces expériences et je suis arrivé à préciser certains points.

L'œuf de Triton se détache de l'ovaire et, après avoir passé dans la cavité péritonéale, s'engage dans l'oviducte où il est fécondé et où il s'entoure d'un liquide transparent et d'une coque élastique et résistante. L'œuf ne se segmente jamais avant la ponte; il ne commence à se développer que quelques heures après.

---

(1) A. Weber, *Greffes d'œufs de Batraciens Urodèles dans la cavité péritonéale d'adultes de la même espèce* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. **83**, 1920).

Je n'ai pas encore pu déterminer à quel moment apparaît la sensibilité de l'œuf vis-à-vis du milieu interne de l'adulte. Il est probable que cette sensibilité à l'égard d'une substance toxique, qui existe même chez la mère, n'apparaît qu'après la fécondation.

Dans une Note qui paraîtra dans les *Comptes rendus de l'Association des anatomistes* de 1921, j'ai cherché à préciser le temps nécessaire pour amener la mort de l'œuf de *Triton cristatus* greffé sur adulte. Ce temps est d'environ 5 minutes chez le mâle, voisin de 10 minutes chez la femelle. La survie de l'œuf est plus longue dans le péritoine du père ou de la mère ou chez les Tritons à qui la rate a été extirpée.

J'ai observé également un phénomène curieux. En greffant successivement des œufs sur le même adulte, *Triton alpestris* ou *Triton cristatus*, la toxicité vis-à-vis de l'œuf disparaît et ne réapparaît même pas après 24 heures. Il semble que les œufs introduits dans la cavité péritonéale, puis retirés, aient progressivement absorbé la substance toxique du milieu intérieur de l'adulte.

J'ai repris ces différentes expériences sur *Triton cristatus* et *Triton alpestris* et j'ai constaté que le pouvoir toxique de l'adulte pour l'œuf diminue très rapidement avec la vie en captivité. Ainsi un mâle de *Triton cristatus*, qui a séjourné plusieurs mois en aquarium, ne tue plus l'œuf greffé dans son péritoine au bout d'une heure, alors que nouvellement capturé il le tue en 5 minutes. J'ai fait des constatations identiques chez *Triton alpestris*. La toxicité de l'animal élevé en aquarium diminue; elle ne se manifeste plus que par un retard apporté au développement.

Ainsi, des œufs fécondés, non segmentés, de *Triton alpestris* sont greffés successivement dans la cavité péritonéale de leur adulte, mâle ou femelle, et retirés chacun après un séjour d'une heure. Les trois premiers œufs inoculés ont un retard de développement considérable, tandis que les autres évoluent normalement.

Alors que le premier de ces œufs se trouve au stade de quatre blastomères, incomplètement séparés, le cinquième montre déjà seize cellules de segmentation. Le développement se continue normal pour tous ces œufs. Les larves s'édifient; lorsque celles provenant des premiers œufs montrent encore une plaque médullaire étalée, les dernières ont une gouttière nerveuse en voie de fermeture. On constate une assez grande fragilité des larves à développement ralenti, quelques-unes meurent durant les premiers stades de leur édification.

La substance toxique du milieu intérieur des Tritons, capable de tuer rapidement les œufs de leur espèce, s'atténue donc par la vie en captivité. Elle possède alors une action retardatrice sur le développement, mais non tératogène.

J'ai répété les mêmes expériences et obtenu les mêmes résultats en opérant *in vitro* avec du sang de Triton prélevé au moyen d'une pipette dans le ventricule cardiaque. En plongeant successivement plusieurs œufs dans le plasma centrifugé, j'ai constaté que la substance toxique ou retardatrice du développement, lorsqu'elle est atténuée, existe dans le sang. Des passages successifs d'œufs peuvent l'absorber totalement; les premiers œufs sont tués ou retardés dans leur évolution, les derniers se développent normalement. Le sang des Tritons femelles agit toujours avec moins d'intensité et de rapidité que celui des mâles.

Supposant que c'est cette substance toxique qui empêche les œufs de se segmenter dans l'oviducte avant la ponte, j'ai procédé à des greffes d'œufs de Tritons dans la cavité péritonéale d'un Batracien Urodèle ovo-vivipare, *Spelerpes fuscus;* ces animaux étaient du reste en captivité depuis plusieurs mois. La toxicité du milieu intérieur de *Spelerpes* pour les œufs de Tritons est assez considérable, surtout en ce qui concerne les mâles; les œufs sont tués chez ces derniers en moins d'une demi-heure; chez les femelles l'œuf n'est tué qu'après une heure de séjour.

En greffant des œufs de Triton successivement sur des *Spelerpes* adultes mâles ou femelles, je suis arrivé facilement à amener la disparition de cette toxicité.

A ce point de vue, les *Spelerpes* se comportent absolument comme des Tritons.

Il est bien probable que leur toxicité vis-à-vis des œufs de ces derniers provient d'une substance comparable et non pas simplement du fait de l'introduction d'un œuf dans un milieu intérieur différent de celui de son espèce.

Ou bien la substance en question est inoffensive pour les œufs de *Spelerpes*, ou bien elle est arrêtée par la paroi de l'oviducte dans lequel se poursuit le développement.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la présence dans les Météorites, les Pierres dures, les Minerais, le Quartz, le Granite, le Basalte, les Cendres et les laves volcaniques, d'organites susceptibles de reviviscence et sur leur résistance aux hautes températures*. Note de M. V. **Galippe** et Mme G. **Souffland**, présentée par M. Henneguy.

Avant d'aborder la question des Météorites, nous devons revenir sur nos recherches sur les fossiles. Bien qu'ayant répondu par avance aux objections relatives à l'introduction possible dans les fossiles de microrganismes venant de l'extérieur, nous avons eu recours à des expériences démonstratives en portant des fossiles à une température variant entre 200° et 340° C. Il est évident qu'aucun microrganisme vivant ne saurait résister à de pareilles températures et cependant les résultats obtenus ont été les mêmes. Ces organismes ont pourtant vécu, édifié des tissus, des organes et assuré leur fonctionnement. Au cours de la fossilisation, ils ont subi une sorte de rétrogradation, identique à celle des tissus au milieu desquels ils vivaient. Ils ont perdu leur eau et leur matière organique. Celle-ci a été remplacée par des éléments minéraux. Ils ont suivi une marche inverse dans nos expériences et ont récupéré ce qu'ils avaient perdu. Leur cycle est indéfini et ils seront toujours capables de donner naissance à des êtres vivants.

Météorites. — Nos expériences ont porté sur 21 spécimens que nous devons à l'amabilité de M. Stanislas Meunier. En voici l'énumération : *M. de New-Concord d'Ensisheim, de Juvinas, de Chassigny, de Beuste de Tadjera, de Jelica; Fer del Inca, Pierre de Kerillis, de Pultusk, de Iowa, de Kuyténé, de Rutham, de Sindré, de Stanneru, d'Ornans, Teilleuls, Triquerre Parnalée, Sevier-County, Fer de Bendayo.*

La technique suivie a été la même que celle appliquée aux fossiles. L'examen microscopique direct des météorites a prouvé qu'elles renfermaient sans exception des corpuscules ovoïdes doués ou non de mouvements. Les ensemencements se sont montrés constamment positifs. Nous avons porté un certain nombre de ces météorites à une température variant de 209° à 335° C. Cette élévation de température n'a eu aucune influence sur les résultats obtenus. Ces expériences démontrent que les météorites, quelle que soit leur composition, renferment des organites susceptibles d'être revivifiés et de se multiplier.

Pierres dures. — Nos expériences ont porté sur les spécimens suivants : *turquoise, opale, agate, onyx, marbre rouge; gris-veiné, obsidienne, pechstein, fluorure de calcium* (deux spécimens). Bon nombre de ces pierres ont été soumises à plusieurs séries d'expériences. La technique employée a été la même que pour les

météorites. Nous avons porté un certain nombre de ces pierres à des températures variant entre 331° et 335° C. Les examens miscroscopiques directs ont montré que toutes ces pierres renfermaient des corpuscules ovoïdes doués ou non de mouvements. Tous les ensemencements ont donné des résultats positifs. Ces expériences sont absolument comparables aux précédentes.

Minerais. — Nos expériences ont porté sur les spécimens suivants : *pyrite en rognons*, *p. cristallisée*, *minerai de fer de Somorostro*, *fer oligiste terreux et cristallisé*, *hématite*, *stibine*, *wolfram*, *acerdèse*, *tourmaline*, *chalcosine*, *galène*, *blende*, *cuivre natif*. Le plus grand nombre de ces minerais a été porté à des températures variant entre 200° et 340° C. avant d'être mis en expérience. Les examens microscopiques directs ont constamment montré la présence dans ces minerais de corpuscules ovoïdes doués ou non de mouvements. Les ensemencements ont tous donné des résultats positifs.

Quartz. — A été l'objet de nombreux essais, les uns par la méthode antérieurement décrite, les autres avec du quartz porté à 200° C. et enfin avec du quartz fondu à 1800° C. et porté par surcroît à la température de 310° C., avant d'être mis en expérience. Tous ces essais nous ont donné des résultats positifs. Les examens microscopiques directs nous ont montré que, en dépit des hautes températures employées, la poudre de quartz était douée d'une vie intense et renfermait un nombre considérable de corpuscules ovoïdes ou arrondis et doués de mouvements très vifs.

Granite et basalte. — Technique habituelle avec résultats positifs. Puis le granite et le basalte ont été portés à des températures variant entre 200° et 800° C., sans que les résultats aient été modifiés. Le basalte fondu à 1300° C., d'après le procédé du Dr Ribbe (de Mauriac) et porté par surcroît à 335° C., avant d'être mis en expérience, a donné des résultats identiques. Les examens microscopiques directs nous ont toujours montré un nombre considérable de corpuscules ovoïdes doués de mouvements. La poudre de basalte, même fondue, renferme plus de corpuscules ovoïdes doués de mouvements que celle de granite.

Cendres et laves du Mont-Pelé (don de M. le professeur Lacroix). — Nous avons fait un très grand nombre d'expériences sur ces produits volcaniques, d'abord avec nos procédés habituels, puis sur ces mêmes produits portés à une température variant entre 120° et 323° C. Tous nos ensemencements nous ont donné des résultats positifs. L'examen microscopique des cendres nous a permis de voir de nombreux corpuscules ovoïdes doués de mouvements très vifs. Il en a été de même pour la lave. On peut supposer que les cendres et la lave du Mont-Pelé ont subi une température de 1800° à 2000° C.

On admet généralement que la vie s'est d'abord développée dans les eaux sous la forme de microrganismes, ancêtres de tous les êtres vivants. Au fur et à mesure que s'opérait le dépôt des sédiments, ces microrganismes ont été entraînés avec eux et y sont restés inclus. Sous l'influence de pressions violentes, les sédiments se sont solidifiés et ont subi une fusion partielle; d'autres modifications se sont produites par l'action d'infiltrations gazeuses

ou liquides; les roches ont pris l'aspect cristallin ou se sont métamorphisées. Toutefois, les microrganismes inclus dans ces roches n'ont point perdu de leur aptitude à la reviviscence et ont conservé une vie latente. Ils se sont minéralisés, perdant leur eau et leur matière organique. C'est ainsi que nous les retrouvons dans nos examens directs sous forme de corpuscules ovoïdes généralement doués de mouvements, alors que souvent les particules minérales les plus fines n'en présentent pas. Nous pensons que si la théorie de l'agitation moléculaire était absolue, elle n'aurait pas montré d'aussi nombreuses exceptions dans les conditions comparables de nos examens et nous inclinons à considérer ces mouvements comme une manifestation de la vie des organites. Quand il s'agit de sphérules d'origine organique, on peut, à volonté, arrêter leurs mouvements par l'emploi de matières tinctoriales. Quoi qu'il en soit, nous retrouvons ces corpuscules ovoïdes dans nos cultures où ils se multiplient et se transforment. L'emploi comme déminéralisateurs de réactifs chimiques favorise leur reviviscence et leur évolution, mais leur intervention n'est pas indispensable et l'on peut concevoir que, si tous les êtres existant actuellement à la surface du globe venaient à disparaître, la vie pourrait renaître grâce aux organites que nous avons décrits et qu'elle demeurerait indestructible. La matière n'est pas inerte, elle constitue, au contraire, un réservoir inépuisable de vie.

PARASITOLOGIE. — *Sur un trypanosome de la Chauve-souris,* Vesperugo pipistrellus, *à formes crithidiennes intratissulaires et cystigènes. Hypothèse relative à l'étiologie du goître endémique.* Note de MM. **Edouard Chatton** et **Robert Courrier**, présentée par M. Laveran.

En Basse-Alsace, le *Vesperugo pipistrellus* est assez fréquemment parasité par un trypanosome dont l'évolution rappelle celle jusqu'ici unique en son genre du *Schizotrypanum Cruzi*, agent de la trypanosomiase humaine américaine ou maladie de Chagas. Nous le trouvons chez 10 pour 100 environ des pipistrelles.

Sa forme sanguine est incapable de multiplication, et le parasite ne prolifère qu'à l'état de formes crithidiennes peu mobiles, sédentaires intratissulaires. Ces crithidia constituent dans les organes des amas sphériques, kystiques, volumineux, résultant de la multiplication sur place des flagellés. Au terme de cette multiplication, une série de scissions précipitées des cri-

thidia produit de nombreux trypanosomes qui se répandent dans la circulation où ils ne se divisent plus.

Nous avons obtenu la culture de ce trypanosome sur milieu Novy-Neal-Nicolle. Elle est remarquable et se distingue des cultures de trypanosomes réalisées jusqu'ici par l'abondance, la prédominance des formes trypanosomes sur les crithidia qui sont les formes culturales normales. La puce de la pipistrelle présente une infection intestinale à crithidia de deux types dont l'un correspond à celui des crithidia intratissulaires des chauves-souris. Nos expériences en cours nous fixeront sur le rôle de cette puce dans la propagation du parasite.

Précisons la description des principaux stades de son évolution chez la Pipistrelle :

1° *Formes crithidiennes en amas enkystés.* — Elles sont de forme et de dimensions très constantes. Le centrosome anténucléaire est toujours bacilliforme. La membrane ondulante est très courte, mais fonctionnelle. Elle imprime aux parasites des mouvements d'oscillation sur place, faibles mais faciles à constater dans les amas kystiques observés à l'état frais.

2° *Siège et structure des amas kystiques.* — Nous les trouvons dans les organes suivants : estomac et intestin (muqueuse et sous-muqueuse), vésicule biliaire, rein, vessie urinaire, rate, ovaire, utérus, èpididyme, toujours et exclusivement dans le tissu conjonctif. Sphériques ou ellipsoïdaux, mesurant jusqu'à 200$^{\mu}$ de diamètre, ils sont circonscrits par une capsule fibreuse jamais épaisse et souvent très mince. Dans ces kystes, mélangés aux parasites, se voient des blocs formés par un ou plusieurs noyaux hypertrophiés appartenant à des cellules dont le protoplasme a complètement disparu. Cette constatation fait présumer mais ne suffit pas à établir que le parasite est à l'origine intracellulaire.

Des cellules circonscrites par l'infection peuvent être nécrosées sans être envahies.

3° *Transformation des crithidia en trypanosomes dans les kystes.* — Les trypanosomes ne se rencontrent que dans les plus gros des kystes. Ils sont beaucoup plus grêles que les crithidia et bien plus tassés les uns sur les autres quoique l'espace disponible soit plus grand. D'où nous concluons que le passage de la forme crithidia à la forme trypanosome s'accompagne d'une brusque prolifération des flagellés. Le centrosome, de bacilliforme, est devenu ponctiforme.

4° *Trypanosomes du sang circulant.* — Ils sont comme le *Schisotrypanum Cruzi* du type *Lewisi*, mais plus petits. Ils ne montrent aucune figure de division dans le sang.

5° *Relations de l'infection sanguine avec l'infection tissulaire.* — Cette relation est démontrée par les constatations suivantes : Sur 35 chauves-souris dont le sang a été examiné et ensemencé, 3 seulement ont montré des trypanosomes à l'examen direct et les ont aussi fournis en culture. Chez ces 35 chauves-souris, les kystes tissulaires avaient été recherchés dans les organes après la saignée. Seules les trois pipis-

trelles à trypanosomes ont présenté des kystes à crithidia et à trypanosomes. Plus encore, la densité de l'infection sanguine est en rapport direct avec le nombre des kystes dans les organes. Des trois chauves-souris, deux n'avaient que de rares trypanosomes et de très rares kystes, la troisième beaucoup de trypanosomes et de nombreux kystes. La coexistence de crithidia et de trypanosomes dans certains kystes est une autre preuve des liens génétiques qui unissent les deux formes.

L'existence de trypanosomes chez les chauves-souris a été maintes fois signalée. Sept auteurs différents en ont trouvé chez *Vesperugo pipistrellus*. Aucun d'eux ne fait allusion au cycle évolutif que nous décrivons ici, ni même à l'existence de formes tissulaires.

Charles Nicolle et C. Comte (1909) qui à Tunis ont obtenu et entretenu pendant très longtemps des cultures du trypanosome de *Vespertilio Kuhli* n'ont jamais constaté les formes trypanosomes si abondantes dans nos cultures. Mais nous ne croyons pas qu'il y ait là de raisons suffisantes pour affirmer dès maintenant l'autonomie spécifique du parasite que nous étudions.

Une autre question pour l'instant nous préoccupe davantage : le trypanosome de la Pipistrelle est un Schizotrypanum, le seul connu après celui de la maladie de Chagas; on sait que les signes dominants et constants de cette infection sont les signes thyroïdiens : goître, myxœdème.

Certes le goître endémique banal n'est pas à confondre avec la maladie de Chagas. Mais, entité morbide analogue, ne peut-il être attribué à une cause analogue? Son étiologie est encore des plus obscures.

Ses relations avec la constitution chimique des eaux, avec la physiologie génitale varient avec les régions. Et loin d'exclure un facteur d'ordre topographique, elles l'imposent à l'attention. Il y a des foyers de goître (la Basse-Alsace en est un), comme il y a des foyers de paludisme ou de bouton d'Orient. Le goître est géographiquement localisé comme ces maladies dont le virus est en relation étroite avec la faune, qu'il y ait son animal réservoir, ou son animal vecteur, ou les deux à la fois.

Il nous est permis de nous demander si les chauves-souris, qui hantent les habitations humaines et qui peuvent contribuer à entretenir certains des parasites de l'homme, ne joueraient point ce rôle de réservoir de virus du goître, maladie parasitaire, schizotrypanose.

Il faudra rechercher d'ailleurs si, parmi les trypanosomes des Mammifères et spécialement des Insectivores, il ne s'en trouve point qui présentent les formes viscérales caractéristiques des Schizotrypanums, et qui

peuvent contribuer à entretenir certains des parasites de l'homme, aptères ou ailés.

La fréquence bien connue du goître dans les régions humides et montagneuses du globe suggère le rôle probable, comme vecteurs, de diptères à larves aquatiques : culicides, chironomides, simulides, tabanides.

MICROBIOLOGIE. — *Du pouvoir agglutinant du sulfate de thorium sur les spores d'*Aspergillus fumigatus *Fr.* Note de MM. **A. Sartory** et **P. Bailly**, présentée par M. L. Guignard.

En étudiant les variations du pouvoir agglutinant du sérum sanguin en présence des sels de terres rares, nous avons été amenés à rechercher l'action directe de ces sels sur des émulsions parfaitement homogènes de spores d'*Aspergillus fumigatus* Fr.

Nous nous sommes servis pour nos expériences de solutions de sulfate de thorium dans l'eau bidistillée au $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{7500}$, $\frac{1}{10000}$, $\frac{1}{15000}$ et $\frac{1}{25000}$. Il est important d'utiliser une eau très pure si l'on veut éviter en les mélangeant des troubles et même des précipités pouvant gêner les réactions d'agglutination.

Les émulsions des spores sont obtenues de la façon suivante. Une culture d'*Aspergillus fumigatus* sur pomme de terre âgée de 15 à 20 jours est mise dans un matras avec 50^{cm^3} d'eau bidistillée, on agite vigoureusement (au moyen d'un agitateur mécanique) pendant 1 heure environ, de manière à obtenir un mélange aussi parfait que possible. Ce résultat atteint, on filtre sur un tampon de coton. On obtient un liquide trouble contenant les spores en suspension. La vérification est faite par l'examen microscopique.

Dans une série de tubes à hémolyse, nous déposons successivement 1^{cm^3} des solutions titrées de sulfate de thorium, nous ajoutons ensuite dans chaque tube 1^{cm^3} d'émulsion de spores. Pour chaque série d'expériences figure un tube témoin qui contient 1^{cm^3} d'eau bidistillée et 1^{cm^3} d'émulsion. Nous possédons alors une série de tubes dont les dilutions sont les suivantes : (1) $\frac{1}{100}$, (2) $\frac{1}{200}$, (3) $\frac{1}{400}$, (4) $\frac{1}{1000}$, (5) $\frac{1}{2000}$, (6) $\frac{1}{10000}$, (7) $\frac{1}{15000}$, (8) $\frac{1}{20000}$, (9) $\frac{1}{30000}$, (10) $\frac{1}{50000}$. Le tout est placé à l'étuve à 37°.

Au bout de 15 minutes, nous observons dans les tubes (4) et (5) un louche blanchâtre formé par de petits flocons très ténus ; les tubes (3) et (6) présentent aussi

cette particularité mais avec moins de netteté. Après 30 minutes, nous constatons que dans les tubes (4), (5) et (6), les flocons plus denses s'agglomèrent et que le liquide s'éclaircit. Dans le tube (3), l'agglutination est moins caractéristique. Enfin, au bout de 45 minutes, l'agglutination est totale dans les tubes (4), (5) et (6), et le liquide est alors parfaitement limpide, les flocons sont volumineux et tombent au fond. Dans le tube (3) l'agglutination n'est toujours que partielle et dans les tubes (1), (2), (7), (8), (9) et (10) et le tube témoin, elle est nulle. Nous continuons d'examiner de 15 minutes en 15 minutes l'ensemble des tubes et nous constatons, au bout de 1 heure 15 minutes, une agglutination totale dans le tube (3) et une très faible agglutination dans les tubes (7), (8), (9), (10) qui va en augmentant sans jamais devenir totale.

Après 2 heures le tube (2) présente également une faible agglutination qui malgré le temps restera partielle. Le tube (1) et le témoin restent identiques, c'est-à-dire ne présentent pas de phénomènes d'agglutination même après 12 heures d'étuve à 37°.

Les flocons sont ensuite examinés au microscope, ils sont uniquement constitués par des spores englobées dans un fin réticulum formant ainsi des paquets plus ou moins volumineux. Les agglutinations microscopiques et macroscopiques sont donc des plus nettes.

En résumé, de ces expériences nous pouvons conclure : 1° que l'agglutination est fort nette du $\frac{1}{500}$ au $\frac{1}{1000}$; 2° qu'elle est maximum et rapide au $\frac{1}{1000}$ et $\frac{1}{2000}$; 3° qu'au $\frac{1}{200}$ et aux taux supérieurs à $\frac{1}{10000}$ elle est très faible; 4° qu'elle est nulle avec des solutions très concentrées.

Les expériences effectuées dans les mêmes conditions avec des sels de lanthane, erbium, yttrium, néodyne et praséodyne ont toujours donné des résultats négatifs, à savoir aucune agglutination. Il est intéressant de rappeler et de rapprocher ici les travaux de Frouin et Moussalli qui ont montré que le pouvoir bactéricide et agglutinant du thorium était plus fort que celui des autres terres rares sur le bacille pyocyanique et les bacilles de la dyssenterie.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Lésions du système nerveux dans le typhus exanthématique et leur rapport avec la névrite ascendante.* Note de MM. G. **Marinesco** et **E. Craciun**, présentée par M. Roux.

Dans les formes graves de typhus exanthématique les lésions sont généralisées à tout le système nerveux central et périphérique, aux ganglions spinaux et à ceux des nerfs craniens. Il existe dans tous les nerfs périphériques, mixtes, moteurs ou sensitifs, un processus de péri-endonévrite se

propageant de la périphérie vers la profondeur où il pénètre grâce aux altérations des vaisseaux entre les fibres nerveuses. Ces lésions consistent dans la multiplication des éléments cellulaires des gaines conjonctives et dans l'infiltration du tissu conjonctif peri et interfasciculaire. En dehors de ces altérations on constate, de distance en distance, la présence de nodules qui affectent des rapports intimes avec le trajet des vaisseaux. Ces nodules sont de forme et de dimensions variables. Sur des coupes longitudinales ils sont fusiformes et disséminés dans toute l'épaisseur du nerf; néanmoins ils sont un peu plus nombreux à la surface.

Ils sont constitués d'habitude par des lymphocytes, des mononucléaires basophiles, des polynucléaires et des cellules provenant de la gaine des vaisseaux. Exceptionnellement nous avons trouvé des nodules constitués exclusivement par de grosses cellules vésiculeuses; quelques cellules plasmatiques et polyblastes, à la périphérie.

Au voisinage des nodules il peut se trouver des hémorragies et les globules rouges forment des traînées qui s'infiltrent entre les fibres nerveuses, de sorte que, sur des coupes transversales, les dernières paraissent plongées dans une suffusion sanguine. Les nodules dissocient et écartent les fibres nerveuses, mais d'habitude on ne voit pas des fibres dégénérées. A leur voisinage les cellules de la gaine de Schwann sont gonflées, leur protoplasme augmente de volume et sont riches en granulations pyroxinophiles. Ces cellules ne jouent qu'un rôle tout à fait secondaire dans la formation des nodules. Ceux-ci sont très abondants dans les nerfs sensitifs (brachial cutané) et l'on peut les suivre sur tout leur parcours jusqu'aux ganglions spinaux qui offrent des réactions inflammatoires accusées, que l'on peut voir aussi bien à la surface que dans l'intérieur du ganglion. Il existe dans les ganglions une infiltration des petits vaisseaux précapillaires, consistant dans la présence d'un grand nombre de cellules plasmatiques et de lymphocytes, infiltration surtout accusée entre les cellules nerveuses, de sorte qu'il se forme autour de ces dernières une espèce de nodule péricellulaire qui comprime, à divers degrés, la cellule nerveuse.

En dehors de ces nodules péricellulaires il y en a d'autres qui ressemblent aux nodules rabiques, à la formation desquels les cellules satellites prennent une part importante. Des ganglions le processus vasculaire s'étend le long des racines postérieures, se propage jusqu'aux méninges et dans la moelle épinière. Le nombre des mast-zellen est augmenté dans les nerfs périphériques, comme dans les ganglions. Le processus inflammatoire des méninges

est constitué par l'infiltration diffuse des gaines adventices et du tissu propre de l'arachnoïde et de la pré-mère. Dans ces dernières on aperçoit des mononucléaires basophiles, des lymphocytes, quelques polynucléaires et des macrophages. Les lésions de la moelle épinière portent sur la substance grise et la substance blanche, mais elles sont plus accusées dans la première. C'est surtout dans celle-ci qu'on voit un grand nombre de nodules, très abondants dans les renflements lombaire et cervical; leur structure varie, dans une certaine mesure, suivant leur siège.

Dans la substance blanche ils sont plutôt lâches et constitués, pour la plupart du temps, par des cellules névrogliques, presque exclusivement par des astrocytes, tandis que dans la substance grise, où ils sont compacts, ils présentent une constitution histologique plus complexe. A leur formation prennent part des cellules à noyau oblong, recourbé, souvent en division directe, des noyaux ronds et plus foncés, quelques cellules plasmatiques des polynucléaires et des lymphocytes. Il n'y a qu'à la périphérie des nodules compacts que les cellules névrogliques sont hypertrophiées ou même multipliées. Toujours dans la substance blanche on voit des rosettes et des nids de cellules névrogliques, autour des petits vaisseaux. L'infiltration des vaisseaux précapillaires et pour la plupart des veinules s'accuse à mesure qu'ils se rapprochent de la substance grise. Dans le bulbe il y a les mêmes lésions, mais les nodules siègent de préférence dans les olives.

Les lésions du cervelet, en dehors de la méningite, consistent dans la présence des nodules, d'aspect arborescent, qui ont été si bien décrits par Spielmeyer. Ils sont constitués par des cellules névrogliques, en bâtonnet ou de forme triangulaire. Les nodules sont très nombreux dans les tubercules quadrijumeaux. Ils sont plus rares dans la couche optique et les corps striés, plus nombreux dans l'écorce cérébrale du lobe frontal, pariétal et temporal et fait défaut dans l'occipital où cependant il y a une méningite assez accusée.

L'analyse des lésions que nous venons de décrire nous autorise d'admettre que le virus du typhus exanthématique véhiculé par la voie sanguine, comme cela a été démontré par Ch. Nicolle, se propage aussi par voie lymphatique, ainsi que le témoignent les altérations de névrite ascendante, constituée par une phase de névrite interstitielle, phase ganglionnaire, méningitique et médullaire.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Conservation du virus aphteux par le froid.* Note de M. Charles Lebailly, présentée par M. Roux.

L'étude expérimentale de la fièvre aphteuse est reprise périodiquement à l'occasion des épizooties, mais les conditions sont alors défavorables, puisqu'on est exposé à expérimenter sur des animaux qui possèdent pour une raison ou une autre un degré souvent gênant de résistance (immunité provenant d'une atteinte antérieure, immunité conférée aux jeunes par le lait des animaux guéris).

Il y aurait grand intérêt à posséder en tous temps dans les laboratoires un virus actif de façon à expérimenter dans l'intervalle des épidémies sur des animaux sans passé aphteux.

Loeffler, Roux et Nocard ont conservé à la glacière la sérosité aphteuse, soit pure, soit diluée dans l'eau salée physiologique. Ils ont constaté qu'elle y gardait son activité pendant un mois [1]. J'ai répété ces expériences et réussi dans les mêmes conditions à garder le virus généralement bien qu'inconstamment actif pendant 26 jours au voisinage de 0°.

Étant donnés les résultats avantageux que l'on obtient en gardant la pulpe vaccinale à basse température — 15° à 18°, on pouvait espérer allonger considérablement de même la durée de conservation des produits aphteux. J'ai tenté cette conservation avec un appareil fonctionnant entre — 4° et — 8°; 800^{cm^3} de sang d'un bovin en pleine période fébrile ont été recueillis aseptiquement dans un flacon renfermant 50^{cm^3} d'une solution stérilisée de citrate de soude à 10 pour 100 dans l'eau distillée, puis répartis en petits flacons. La température n'étant pas suffisamment constante, le virus s'est trouvé soumis à des alternatives fâcheuses de gel et de dégel.

Au bout de 15 jours cependant 10^{cm^3} de ce sang ont conféré en 5 jours par inoculation sous-cutanée à deux bovins une fièvre aphteuse typique et intense.

Le même virus s'est encore montré actif au bout de 72 jours à la dose de 10^{cm^3} en inoculation sous-cutanée. L'animal d'expérience, un bœuf de 18 mois, a contracté le septième jour une fièvre aphteuse classique avec symptômes très violents : aphtes buccaux énormes et multiples, aphtes des espaces interdigités, dyspnée, température atteignant 40°, 8.

---

(1) Cosco et Aguzzi ont plus récemment gardé du sang aphteux virulent pendant plus d'un mois au froid.

Il n'est pas douteux qu'à l'aide d'appareils frigorifiques fonctionnant régulièrement on puisse arriver à des résultats bien supérieurs et mes expériences sont continuées dans ce sens. La congélation, emprisonnant le microbe inconnu et les éléments du sang, paralyse les réactions humorales et les oxydations qui ont pour effet d'atténuer, puis de faire disparaître la virulence.

Il est à peine nécessaire de faire remarquer l'importance pratique de tels résultats. Nous avons dit plus haut combien il était désirable de posséder en permanence au laboratoire un virus aphteux actif. Cette condition indispensable de l'expérimentation en dehors des périodes d'épidémie nous paraît à présent réalisée.

La séance est levée à 16 heures.

E. P.

ERRATA.

(Séance du 14 mars 1921.)

Note de M. *L.-E. Dickson*, La composition des polynomes :

Page 637, ligne 4, *au lieu de* $X, \ldots, Y_n$, *lire* $X_1, \ldots, X_n$; lignes 9, 21, 26, *au lieu de* (z), *lire* (2); ligne 31, *au lieu de* opérations, *lire* hypothèses; ligne 32, *au lieu de* considérer, *lire* considérez.

Page 639, lignes 11 et 15, *au lieu de* q dans le dénominateur, *lire* 9.

(Séance du 18 avril 1921.)

Note de M. *A. Dubois*, Sur la constitution du smalt :

Page 972, ligne 4, *au lieu de* l'impératrice Marie-Louise, *lire* l'impératrice Joséphine.

(Séance du 25 avril 1921.)

Note de M. *Delépine*, Sur les racémiques actifs :

Page 1051, ligne 30, intervertir les nombres $\pm 93°$ et $\pm 63°,8$.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de mars 1921.

Calculo de las Probabilidades, par D. Manuel Velasco de Pando. Madrid, de Fortanet, 1920; 1 vol. 30cm.

Vector Calculus, by Durgaprasanna Bhattacharyya. Calcutta, Uuiversité, 1920; 1 vol. 21cm.

A new graphical Solution of the Problem, what position a train of concentrated loads must have in order to cause the greatest stress in any given part of a bridge truss of girder, by Henry T. Eddy. Extrait des *Transactions of the American Society of civil Engineers*, 1920. (Présenté par M. le général Sebert.)

A New graphical Method of constructing the Entropy Temperature Diagram of a gas or oil engine from its indicator card, by Henry T. Eddy. Extrait des *Transactions of the American Society of Mechanical Engineers*, 1899. (Présenté par M. le général Sebert.)

The Electromagnetic Theory and the Velouty of Light, by Henry T. Eddy. Extrait de *Physical Review*, 1905. (Présenté par M. le général Sebert.)

The Properties of Superheated Steam, by Henry T. Eddy. Extrait of *The Minnesota Engineer*, 1909. (Présenté par M. le général Sebert.)

The mechanical Principles of Brennans Mono-Rail Car, by Henry T. Eddy. Extrait from the *Journal of the Franklin Institute*, 1910. (Présenté par M. le général Sebert.)

Slab Deflection and subsidence of Column supporto in a floor test of international Hall, Chicago, made september 1913, by Henry T. Eddy. Extrait from the *Journal of the Franklin Institute*, 1916. (Présenté par M. le général Sebert.)

The Theory of the Flexure and Strength of Rectangular flat plates applied to Reinforced Concrete Floor Slabs, by Henry T. Eddy. Minneapolis, Rogers et Cº, 1913; 1 vol. 28cm. (Présenté par M. le général Sebert.)

The graphical Treatment of Alternating Currents in branching Circuits, by Henry T. Eddy, 1914. (Présenté par M. le général Sebert.)

Steel stresses in flat Slabs, Henry T. Eddy. Extrait des *Transactions of the American Society of civil Engineers*, 1914. (Présenté par M. le général Sebert.)

A further Discussion of the Steel stresses in Flat-Slab Floors, by Henry T. Eddy. Extrait des *Transactions of the American Society of civil Engineers*, 1914. (Présenté par M. le général Sebert.)

On the Distribution of the Energy stored in reinforced concrete Beams and column-supported, Flat-Slab Floors, by Henry T. Eddy. Extrait from the *Journal of the Franklin Institute*, 1918. (Présenté par M. le général Sebert.)

Auflagendrucklinien und Deren Eigenschaften, par von H. T. Eddy. Berlin, von Ernst et Korn, 1890. (Présenté par M. le général Sebert.)

Concrete-Steel Construction. Part I : Buildings, by Henry T. Eddy. Minneapolis, 1919; 1 vol. 23^{cm}.

La théorie de la relativité restreinte et généralisée (*mise à la portée de tout le monde*), par A. Einstein, traduit par Mlle J. Rouvière. Paris, Gauthier-Villars, 1921; 1 vol. 18^{cm}.

L'éther et la théorie de la relativité, par Albert Einstein, traduit par Maurice Solovine. Paris, Gauthier-Villars, 1921; 1 vol. 23^{cm}.

Hôpital de l'Institut de France. *Chirurgie de guerre et d'après-guerre*, par Auguste Broca. Paris, Masson, 1921; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Quénu.)

Vie d'Élie Metchnikoff (1845-1916), par Olga Metchnikoff. Paris, Hachette, 1920; 1 vol. 21^{cm}. (Présenté par M. Roux.)

Conseil international de recherches. Union géodésique et géophysique internationale. Section d'océanographie physique. Bulletin n° 1. Venezia, Carlo Ferrari, 1921; 1 fasc. 29^{cm}.

Détermination des positions géographiques par les méthodes des hauteurs égales, par F.-J. Duarte. Paris, J. Hermann, 1920; 1 vol. 25^{cm}.

U. S. A. Congress. *A Bill to fix the metric system of weights and measures as the single standard for weights and measures*, by Britten. Washington, 1920; 1 fasc. 26^{cm}. (Présenté par M. Guillaume.)

Union internationale de la Chimie pure et appliquée. *Statuts et Règlement*. Paris, Secrétariat général, s. d.

The spiral Orbit in celestial Mechanics, by J. G. R. Goedhart. New-York, 1921; 1 fasc. 22^{cm}.

Typhus Fever with particular Reference to the Serbian Epidemic, by Richard P. Strong, George C. Shattuck, A. W. Sellards, Hans Zinsser, J. Gardner Hopkins. Cambridge (Mass.), 1920; 1 vol. 26^{cm}.